# NOTIZIARIO TECNICO TELECOM ITALIA

TELECOM ITALIA È PRONTA AL MILLENNIUM BUG

ADSL: OPPORTUNITÀ DI BUSINESS

I SERVIZI BASATI SULLA PIATTAFORMA IP

anno 8
n. 3
DICEMBRE
1999



TELECOM ITALIA

# Ai lettori

## Uno zèfiro ci sospinge verso il Duemila

*"Vi immaginate il levar del sole nel primo giorno dell'anno Mille?". Con questa domanda Giosuè Carducci dà inizio al primo discorso sullo "Svolgimento della letteratura nazionale". E proseguendo si chiede ancora: "questo fatto di tutte le mattine, ricordate, che fu quasi miracolo, fu promessa di vita nuova per le generazioni uscenti dal secolo Decimo?"*

*Il poeta, seguendo una moda cara agli scrittori del secolo scorso, riprende infatti una leggenda romantica che trae origine da uno scritto di un monaco del Convento di Saint Benoit sur Loir del 994: "alcuni preti annunciano a Parigi la fine del mondo per l'anno Mille". Questi ecclesiastici davano infatti sul finire del primo millennio un'interpretazione errata del passo dell'Apocalisse (20-1-3) che preconizza: "Satana resterà legato mille anni, prima di essere di nuovo liberato, sebbene per poco".*

*Il passaggio dal primo al secondo millennio avvenne, fortunatamente, senza che si verificasse alcun evento catastrofico. Carducci commenta: "e che stupore di gioia e che grido trionfale la mattina dell'anno Mille!"*

*Anche ai nostri occhi si presenta un importante appuntamento: fra poco più di un mese transiteremo dal secondo al terzo millennio e osserviamo una certa inquetitudine nei Paesi dell'Occidente: mentre per il transito di mille anni fa Carducci narra che "voci correvano tra la gente … di grandi battaglie combattute nel cielo da guerrieri ignoti a cavalcione di draghi", oggi ci preoccupa il "bug", il baco (nascosto). Esso potrebbe infatti mettere in crisi i sistemi informatici e dunque il nostro stesso sistema di vita assai legato e dipendente da questi moderni ausili di numerose nostre attività quotidiane.*



Su concessione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali

Pompei. La meridiana in marmo della "Casa degli Amorini Dorati" del primo secolo d.C. non teme il Millennium bug.

*Molti mezzi di comunicazione, in particolare i giornali, ci informano, nel chiacchiericcio di ogni giorno, che gli orologi contenuti nelle macchine - utilizzati da archivi elettronici e da programmi informatici - se non corretti opportunamente, potrebbero causare malfunzionamenti o errori: nei sistemi bancari o nell'erogazione della luce o dell'acqua; nella rete telefonica o in Internet; nel trasporto ferroviario o in quello aereo; nelle strutture che regolano le funzioni pubbliche e, anche, nella climatizzazione degli uffici, nel riscaldamento delle abitazioni, negli ascensori o nei tornelli per accedere agli uffici. In tutti quei casi, insomma, nei quali il tempo è misurato con microchip elettronici, specie se di fabbricazione meno recente.*

*Anche Telecom Italia ha compiuto (o meglio ha dovuto compiere) negli ultimi tre anni un'indagine assai approfondita per catalogare le sorgenti di eventuali situazioni di crisi nei sistemi e, soprattutto, per valutare come le singole situazioni avrebbero potuto interferire sul funzionamento di tutte le apparecchiature interconnesse e cooperanti in una struttura straordinariamente complessa, qual è una rete di telecomunicazione.*

*È stato perciò messo a punto un piano generale di modifiche* (Piano di Contingency) *articolato in numerosi piani particolareggiati, idonei a fronteggiare gli stati di emergenza o, meglio, a contrastare il "Millennium bug". In due articoli, che compaiono su questo numero della rivista, alcuni tecnici - che hanno avuto dall'Azienda la responsabilità di coordinare e di svolgere queste attività - raccontano la storia molto impegnativa del lavoro compiuto in Telecom in questi anni per dar forma alle procedure di adeguamento dei sistemi ed ai piani di emergenza.*

*La lettura di questi testi tranquillizza: appaiono chiari rigore, professionalità e anche puntigliosità con cui è stato svolto quest'incarico dai tecnici impegnati e, anche, l'entità dei mezzi utilizzati in questa contingenza. Anche se non si può essere del tutto tranquilli, si è tuttavia fiduciosi sul risultato. È stata infatti data pratica attuazione all'eliminazione delle situazioni di possibili criticità emerse, anche di quelle riguardanti aspetti marginali o non strettamente legate alla qualità del servizio offerto ai clienti.*

*Guardiamo allora cosa ci aspetta nel nuovo millennio al di là del Capodanno del Duemila e di tutte le altre date critiche del* Millennium bug*. Soprattutto in prossimità di date che evocano passaggi storici, i "futurologi" preannunziano le più disparate e talvolta incredibili situazioni. Rimanendo nell'ambito delle "Tecnologie dell'informazione e della comunicazione" (che poi sono il nostro "cibo quotidiano"), le possibilità future della microelettronica - la piattaforma base dei sistemi di ICT - sembrano limitate solo dall'immaginazione.*

*Si parla di chip posti sotto la pelle, che agirebbero sul sistema nervoso e che consentirebbero di scambiarsi "pensieri muti" (con buona pace della privacy?!). Arthur C. Clarke, lo scienziato autore del libro assai noto* 2001 Odissea nello spazio, *prevede che nel 2020 comparirà una seconda specie di chip capace di riprodursi e operare più velocemente degli uomini. Si tratta certo di sviluppi che sembrano piuttosto remoti e forse dubbi!*

*Altre novità sembrano viceversa alle porte e molto concrete: alcuni scienziati del MIT nel numero di Scientific American di agosto di quest'anno hanno presentato prototipi di terminali assai innovativi. Il professor Luigi Bonavoglia ha recensito per noi i quattro articoli che trattano questi temi e ne suggerisce la lettura. Accogliamone l'invito.*

*Il* Notiziario Tecnico *vuole infatti continuare a proporsi a voi lettori come strumento (sia pur modesto) per far conoscere gli orizzonti che si aprono nel prossimo futuro. Qualche esempio tratto da questo numero: alla vigilia di una massiccia e capillare offerta commerciale, in molti Paesi industrializzati, dell'accesso ADSL, è sembrato opportuno chiarire ai lettori le motivazioni strategiche e le aspettative legate a questa soluzione tecnica per avviare effettivamente i servizi a larga banda.*

*Allo stesso tempo abbiamo voluto far raccontare da uno dei più importanti protagonisti, Leonardo Chiariglione, la frenetica attività di normalizzazione svolta dal Gruppo* MPEG (Moving Picture Experts Group) *cha ha permesso di passare assai rapidamente dalle tecnologie di laboratorio, alla standardizzazione e alla realizzazione di prodotti, messi in campo ormai in milioni di esemplari ma che sono destinati a giocare un ruolo di primaria importanza nel prossimo millennio.*

*Non mi soffermo su IP che sembra già in una posizione centrale nella Società in cui viviamo. Ma non posso omettere di ricordare i nuovi sistemi, nati sotto il segno di Internet e legati a questa crescita straordinaria: mi riferisco, ad esempio, all'effervescente evoluzione dei portanti ottici. In questo numero del* Notiziario*, prendendo lo spunto da uno dei più importanti convegni internazionali del settore, l'ECOC '99, si fa il punto sull'evoluzione della tecnologia fotonica, che, a detta di alcuni esperti, costituisce l'equivalente per il prossimo secolo di ciò che è stata l'elettronica, nel secolo che si sta concludendo.*

*Ci muoviamo quindi decisamente verso una Società diversa, nella quale il trasporto dell'informazione assumerà un ruolo sempre più centrale. Siamo preparati a questo passaggio? I tecnici sono pronti? E la nostra Scuola ci fornisce in tempo i nuovi tecnici capaci di essere i protagonisti del Duemila? La qualità degli ingegneri che escono oggi dalle nostre Università è senza dubbio molto alta. Ma occorre precorrere i tempi e quindi migliorare ancora i legami tra Università, Ricerca e Industria.*

*Ne parliamo in questo numero dando spazio a due convegni. Da queste occasioni di confronto sembrerebbe poter concludere con una risposta abbastanza ottimistica: le Università, specie quelle dell'ingegneria legata all'ICT, e l'Industria avvertono la necessità di rinsaldare ancor più i legami già esistenti. E i risultati ottenuti finora confermano questo tenersi per mano per progredire congiuntamente.*

*Il prossimo millennio si apre dunque per noi con molte innovazioni annunciate o già disponibili e con molta voglia di fare, possibilmente assieme e mobilitando nuove risorse. La corsa per tutte le attività legate all'elaborazione ed al trasporto dell'informazione continua con ritmi sempre più incalzanti.*

*Anche nel prossimo anno saremo quindi spettatori e, in misura che auspico crescente, attori dei nuovi ruoli che si vanno delineando. Occorre essere in "buona forma". Auguro perciò a tutti i lettori della rivista un fausto e positivo ingresso nel nuovo millennio.*

*r.c.*

*Roma, 20 novembre 1999*

# Un grande appuntamento con il tempo: il passaggio all'Anno 2000 nelle TLC

ANTONIO NAPOLITANO
STEFANO SANTI

*È ormai a tutti nota l'esistenza del Problema legato all'Anno 2000, metaforicamente definito Millennium Bug. Telecom Italia ha affrontato il tema con molta attenzione, avviando una iniziativa progettuale descritta nell'articolo che segue.*
*Lo sforzo realizzativo e le modalità tecniche sono allineate a quelle definite a livello internazionale ed i risultati raggiunti sono stati positivamente riconosciuti.*
*Nell'articolo sono descritti il processo generale di adeguamento di tutti i sistemi informatici, tecnologici ed impiantistici, le soluzioni organizzative e quelle tecniche, la definizione e gli ambiti dei piani di continuità e di emergenza, le modalità di presidio.*
*Un secondo articolo in questo stesso numero della rivista[1] descrive più in dettaglio il processo di adeguamento specificatamente seguito per la rete.*

## 1. Introduzione

Il Problema legato all'evento Anno 2000[1] trae la sua origine dall'esigenza dei programmatori di computer di ottimizzare l'utilizzo dello spazio disponibile sui dispositivi di memoria dove conservare e recuperare le informazioni.

Negli anni passati il costo dei dispositivi di memorizzazione - sia quelli ad accesso diretto (RAM) sia la cosiddetta memoria di massa - era tale da spingere i programmatori ad utilizzare alcuni accorgimenti mirati a minimizzare l'occupazione di spazio su tali dispositivi.

Fu così che tra tutti - o quasi - i produttori di software mondiali si consolidò la convenzione, che sembrava del tutto innocua, di utilizzare solo due cifre per indicare l'anno nelle date.

Probabilmente, solo ad Anno 2000 molto inoltrato, si riuscirà a tracciare una valutazione effettiva dei benefici (di allora) e dei costi (di oggi) che sono scaturiti da quella convenzione.

## 2. Il Problema Anno 2000

Il Problema scaturisce da un comportamento illusorio: i sistemi calcolatori sono stati costruiti e programmati per riconoscere la componente anno della data come costituita solo da due cifre; essi quindi indicano il 2000 come anno 00.

Questa decisione potrebbe causare alcuni potenziali malfunzionamenti. Infatti:

- lo 00 potrebbe essere tradotto come 1900 anziché 2000;
- il 2000, diversamente dagli altri anni secolari, è un anno bisestile, ma potrebbe non essere riconosciuto come tale;
- è pratica molto diffusa l'uso di sequenze quali 00 o 99 per indicare eventi molto particolari o addirittura avvenimenti unici, diversi quindi dal passaggio al nuovo millennio[2].




Quest'evento era stato ritenuto inizialmente un problema relativo solo al mondo dell'Information Technology; in seguito è stato però rilevato che l'impatto delle problematiche, ad esso riconducibili, era molto più ampio, addirittura tale da poter compromettere la vita di molte Aziende ed Enti pubblici.

Potenzialmente tutti i software ed i microprocessori che elaborano la data potrebbero essere influenzati da quest'evento nel proprio funzionamento. Ne consegue che i fornitori di servizi (quali l'energia elettrica, il gas, l'acqua, i trasporti), i sistemi di produzione, i sistemi di sicurezza, le reti di telecomunicazione potrebbero risentire di malfunzionamenti dipendenti da un errato trattamento della data.

È perciò necessario verificare tutti i diversi sistemi informatici e di telecomunicazione dotati di software,

*(1) Quest'articolo è stato redatto in versione definitiva nell'ottobre del 1999.*

*(2) Sequenze di questo tipo sono state utilizzate in casi particolari come il 9/9/99 oppure il 90º giorno dell'anno o il giorno che precede di 99 giorni la fine dell'anno. Queste date sono trascorse senza dar luogo a problemi tecnici.*

IL COMITATO ANNO 2000 DELLA PRESIDENZA DEL CONSIGLIO

**Nel primo semestre di quest'anno, con notevoli difficoltà di "ordine politico", è stato costituito ed ha avviato le attività il Comitato Anno 2000, istituito dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, per la gestione ed il coordinamento tecnico delle attività che il Paese deve svolgere per assicurare il corretto passaggio di fine millennio senza significativi disservizi nei confronti dell'economia, della pubblica sicurezza e del funzionamento dei servizi per il cittadino.**

**Come più volte sottolineato dal presidente professor Ernesto Bettinelli e dal direttore tecnico professor Augusto Leggio, il Comitato è nato con finanziamenti assai limitati e con un potere solo di carattere consultivo e di indirizzo. Pur operando con queste limitazioni ha comunque organizzato la propria attività coinvolgendo le strutture pubbliche, sia centrali che periferiche, le Società di servizio quali Enel, Telecom Italia, Autostrade, Eni, Ferrovie dello Stato, e le strutture preposte alla sanità, alla gestione delle acque, al trasporto aereo e marittimo, agli operatori finanziari (coordinati dall'*ABI, l'Associazione Bancaria Italiana)*.**

**Il Comitato è stato suddiviso in quattro gruppi di lavoro: energia, telecomunicazioni, sistema pubblico e coordinamento delle infrastrutture. Esso ha inoltre costituito un gruppo per l'individuazione dei possibili interventi di comunicazione e ha organizzato la "Conferenza nazionale sull'adeguamento all'Anno 2000", svoltasi nel mese di giugno. Il Comitato ha anche coordinato la partecipazione dell'Italia ai lavori della sessione G8 dedicata al problema, svoltasi a Berlino nel mese di settembre.**

**Nel mese di novembre ha approntato un documento riepilogativo sulla situazione in Italia, raccogliendo informazioni a livello provinciale tramite le Prefetture ed i relativi CEP2000 (i Comitati provinciali incaricati di seguire i problemi legati all'Euro e all'Anno 2000).**

**Telecom Italia ha partecipato a questi lavori, in alcuni casi con un ruolo di protagonista, dato il contributo di servizio assicurato a tutti gli Enti coinvolti, fornendo presenze e professionalità differenti nei diversi gruppi operanti su queste tematiche.**

**Queste attività hanno costituito un ulteriore aspetto dell'impegno dell'Azienda anche per le evidenti conseguenze di immagine verso l'opinione pubblica in generale, ma in particolare verso gli investitori italiani ed esteri che hanno più volte formulato classifiche di preparazione dei Paesi nei confronti di queste tematiche.**

firmware o chip embedded e modificare quelli che rappresentano l'anno con due sole cifre. In particolare va ricordato che il problema non è solo rivolto alla gestione della data propriamente detta, ma nel caso dei sistemi embedded anche a tutte le situazioni in cui le caratteristiche funzionali prevedano una temporizzazione (quali ad esempio partenze a un certo istante, intervalli temporali, sospensioni o interruzioni a termine). I costruttori infatti generalmente utilizzano per la determinazione di intervalli temporali - anche di pochi secondi - la differenza fra una data prefissata e la data di costruzione del chip interessato.

La prospettiva di una non corretta gestione ed elaborazione della data ha portato le aziende ad avviare, in taluni casi, la reingegnerizzazione dei sistemi e delle applicazioni informatiche; in altri a provvedere all'adeguamento dei sistemi attraverso l'utilizzo di procedure di correzione.

L'Anno 2000 interessa dunque in pratica tutte le aziende e le organizzazioni; può avere impatti sulle telecomunicazioni, come pure sulla fornitura degli altri principali servizi (elettricità, gas, acqua), sui trasporti, sulle linee di produzione e più in generale sulle attività in cui la tecnologia informatica svolge un ruolo fondamentale, con implicazioni, quindi, anche di carattere economico e sociale.

## 3. Il concetto di mission critical

Telecom Italia ha da tempo posto la massima attenzione nell'assicurare - anche alla luce della tematica Anno 2000 - la piena efficienza dei propri sistemi, prodotti e servizi; i servizi erogati e la stessa operatività di Telecom Italia sono infatti fortemente basati su sistemi e apparati, dei quali circa la metà è identificata come *mission critical*[3].

È evidente che questo ambito non è estensibile tout-court: in un altro contesto il concetto di mission critical assume significati diversi. L'individuazione perciò di quali applicazioni, processi, apparati assumano questa caratteristica si modifica di conseguenza

(è certamente nota l'importanza che per l'Azienda riveste il sistema di fatturazione, ma in un contesto come quello definito per il Problema Anno 2000 esso non è il più importante per assicurare la corretta erogazione del servizio di telecomunicazioni, inteso come infrastruttura di utilità nazionale).

## 4. La risposta organizzativa

In questo contesto, Telecom Italia ha sentito l'esigenza di costituire una struttura organizzativa e tecnica con l'obiettivo di azzerare il rischio di possibili malfunzionamenti ascrivibili alla non corretta gestione della data e, dal 1997, ha avviato il *Progetto Anno 2000* più avanti descritto.

La gestione del Progetto è stata garantita in questi anni da un Gruppo di Coordinamento, costituito da rappresentanti di ciascuna funzione aziendale interessata e presieduto da Giovanni Carlo De Iacovo (Responsabile della Funzione Informatica). Per le attività di adeguamento all'Anno 2000 ogni funzione ha indicato un proprio responsabile che è anche membro del Gruppo di Coordinamento.

Sulla base delle linee guida indicate nel piano di adeguamento, ciascuna funzione di Telecom Italia ha definito piani specifici che riguardano i sistemi, i prodotti e i servizi di propria competenza per essere pronta all'Anno 2000 e ne ha curato la realizzazione attraverso proprie strutture. Il Gruppo di Coordinamento segue le attività definite dal piano di adeguamento sia a livello di strategia aziendale, sia di funzione, e riporta i risultati via via acquisiti con cadenza mensile all'Amministratore Delegato ed ai Responsabili delle Funzioni Aziendali.

È stato così messo in atto uno sforzo significativo in termini di risorse coinvolte: il Gruppo è costituito da venticinque risorse che operano a tempo pieno; a queste unità riferiscono quelle che coordinano i piani di dettaglio delle Funzioni e le risorse che garantiscono l'effettiva realizzazione degli interventi. Operano quindi sul singolo problema da alcune decine di unità (per le Funzioni Aziendali meno interessate a queste problematiche quali: Strategia, Sviluppo e Innovazione, Risorse Umane, Comunicazione e Immagine) ad alcune centinaia di tecnici, per le Funzioni maggiormente coinvolte (Informatica, Mercato Italia, Rete).

Da ottobre di quest'anno e sino a febbraio del 2000 il Gruppo di Coordinamento ha assunto il ruolo di Gruppo di Presidio per vigilare sugli effetti del processo di adeguamento nella fase di passaggio al Duemila, decretare gli eventuali stati di emergenza e attivare i relativi piani per affrontarla, indicati come *Piani di Contingency*. In questo periodo il gruppo si è riunito normalmente con cadenza quindicinale ma, a volte, anche con maggiore frequenza per rispondere a esigenze particolari e urgenti.

Telecom Italia ha voluto dare la più ampia visibilità al Progetto di adeguamento all'Anno 2000 per consentire a clienti, azionisti, partner ed organismi istituzionali di valutare la qualità e la quantità dell'impegno profuso a garanzia dei servizi offerti.

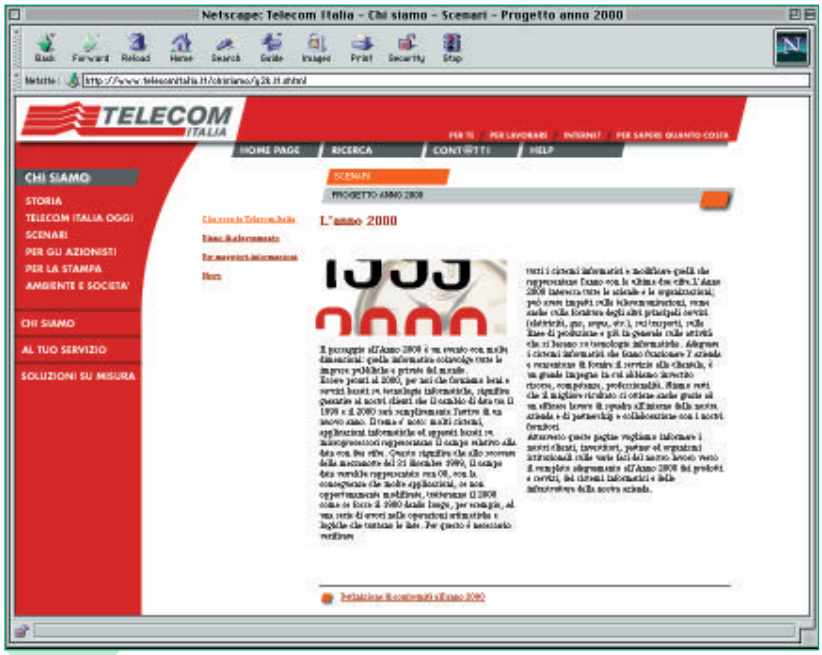



**Figura 1** *La pagina web del sito Internet www.telecomitalia.it/Y2K.*

A tal fine è stato definito un piano di comunicazione che comprende una serie di attività tra cui specifiche pagine, aggiornate periodicamente fino alla fine del processo di adeguamento, consultabili all'interno del sito Internet *www.telecomitalia.it/Y2K* (figura 1).

È attivo inoltre dal 19 aprile il Numero Verde 800-200000 al quale risponde un call center a disposizione per ogni informazione relativa ai prodotti e servizi erogati dall'Azienda. Durante tutto il periodo che ci separa dal Duemila sono previste attività di comunicazione personalizzate per i diversi segmenti di clientela, quali, ad esempio, comunicazioni per via elettronica o messaggi sulle bollette telefoniche.

Un ulteriore presidio di corretta comunicazione ed immagine è costituito dalla segreteria del Comitato interdirezionale, che ha il compito di rispondere, dopo verifica con la Funzione Legale, alle richieste di certificazione di Telecom Italia da parte di clienti, autorità o chiunque ne faccia esplicita richiesta: alla segreteria sono indirizzate tutte le comunicazioni che a vario titolo e con diversa modalità, pervengono a

*(3) Un sistema o un'applicazione è definita mission critical se il funzionamento è necessario per la fornitura o per il ripristino del servizio erogato, in linea con gli impegni contrattuali verso i clienti e con le normative vigenti.*

qualsiasi livello territoriale. A ottobre risultavano inviate più di duemila lettere.

## 5. Il Progetto Anno 2000

Il Progetto Anno 2000 ha perseguito l'obiettivo di assicurare la piena compatibilità con il Duemila di tutti i sistemi, prodotti e servizi di Telecom Italia. Anzitutto è stata effettuata un'analisi generale condotta sull'insieme dei sistemi; in secondo luogo sono stati individuati i processi critici e le priorità di intervento. È stato poi valutato l'impatto sulla situazione esistente; infine è stata delineata la strategia più opportuna per affrontare e risolvere le criticità presenti.

È stato così approvato un piano che, per ciascun sistema da modificare, ha previsto le seguenti fasi:

- inventario;
- modifica;
- collaudo;
- predisposizione di ambienti operativi;
- esercizio.

Sulla base di questi obiettivi è stata messa a punto una pianificazione articolata delle attività sotto il costante controllo del Vertice Aziendale.

Nel 1997 sono state concluse la progettazione del processo di adeguamento e l'analisi delle soluzioni tecniche; si è poi passati alla definizione degli standard, al modello organizzativo ed al piano di spesa.

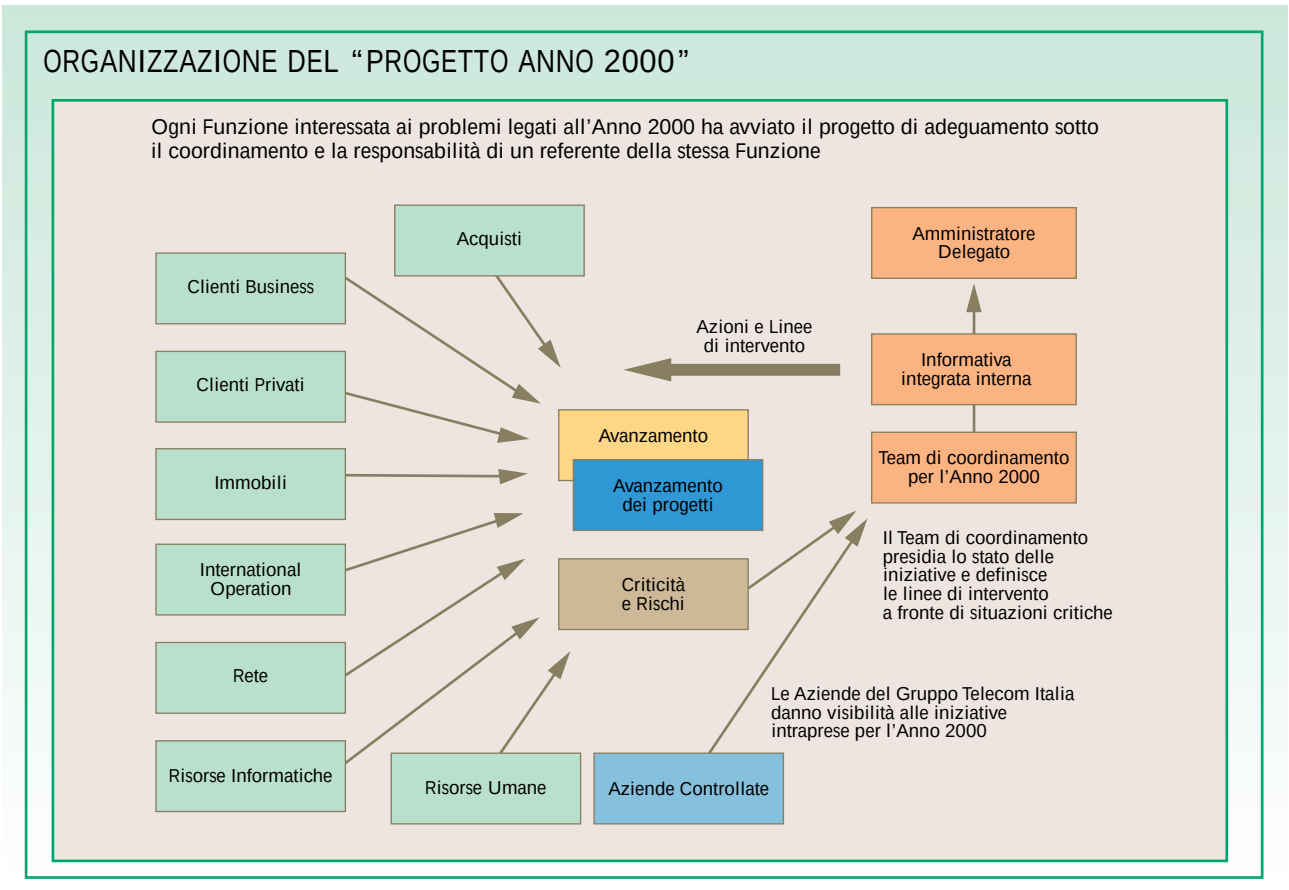
Nel 1998 sono stati effettuati il censimento e l'inventario dei sistemi; sono stati individuati i processi critici e le priorità di intervento; sono state definite le strategie di intervento e sono state scadenzate le attività di adeguamento. Nel corso dello stesso anno sono stati anche predisposti gli ambienti di modifica e sono state individuate e introdotte le varianti sui sistemi e sugli apparati.

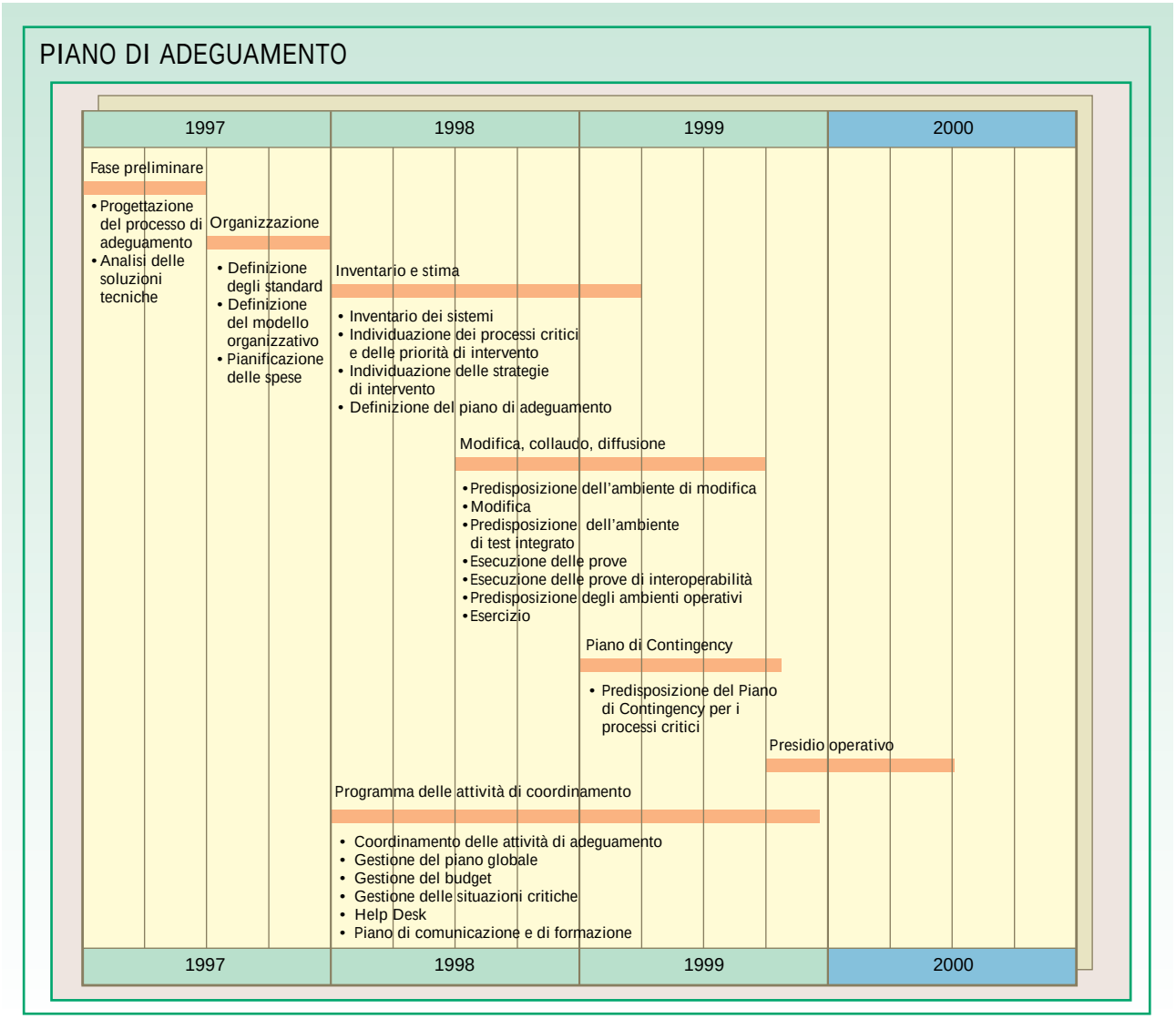
Nell'anno in corso sono stati predisposti i test plant per le prove integrate; sono state individuate e messe a punto le attività di adeguamento sui sistemi e sugli apparati in servizio; sono state eseguite le prove e sono state diffuse in esercizio le soluzioni certificate.

Assieme alle azioni correttive messe in opera, Telecom Italia ha predisposto il Piano di Contingency per tutti i processi ritenuti critici dall'Azienda ai fini dell'erogazione del servizio. Il Piano ha lo scopo di predisporre per ogni sistema mission critical una soluzione di emergenza nel caso in cui la soluzione primaria dovesse presentare eventuali criticità.

Inoltre per raggiungere la conformità all'Anno 2000 è stato ritenuto necessario un continuo confronto con le iniziative intraprese dai maggiori operatori del settore delle telecomunicazioni. Quest'attività è stata messa in atto attraverso assidui scambi informativi e una costante presenza di tecnici della Società nell'ambito di iniziative internazionali: Telecom Italia partecipa infatti attivamente alla Task Force Anno 2000 costituita dall'*ITU (International Telecommunication Union)* nel giugno del 1998.

Lo sforzo complessivo del progetto ha un impatto economico per l'Azienda di oltre 300 miliardi, dedicati in larga misura – per oltre i due terzi – alle attività di competenza delle Funzioni Aziendali Informatica e Rete.






## 6. Gli standard

La definizione di conformità all'Anno 2000 adottata da Telecom Italia è quella fornita dalla *BSI (British Standard Institution)*[4]:

essere compatibili con l'Anno 2000 significa che né le prestazioni, né la funzionalità debbono risultare compromesse dalle date prima, durante e dopo l'Anno 2000.

In particolare:

- nessun valore relativo alla data attuale dovrà provocare eventuali interruzioni nel funzionamento;
- la funzionalità basata sulla data dovrà essere coerente in termini di date prima, durante e dopo l'Anno 2000;
- in tutte le interfacce e le memorie di dati, il millennio dovrà essere specificato in ogni data esplicitamente o per mezzo di algoritmi non ambigui o di norme deducibili;
- l'Anno 2000 dovrà essere riconosciuto come anno bisestile.

Le tipologie di prova individuate servono a verificare l'aderenza dei sistemi adeguati a questo standard e sono basate su quelle definite dall'ITU.

## 7. Piano di adeguamento

Il piano di adeguamento all'Anno 2000 è mostrato nel riquadro di questa pagina. Gli aspetti più significativi riguardano i sistemi informatici, quelli connessi con la rete ed i servizi internazionali, con l'adeguamento relativo ai prodotti ed ai servizi forniti da Telecom Italia alla clientela e con gli interventi sui sistemi infrastrutturali. Questi temi saranno esaminati nel seguito di questo articolo (quali i sistemi di energia, il controllo dell'erogazione del riscaldamento, il controllo degli ascensori, il controllo degli accessi agli edifici). In un altro articolo, pubblicato su questo stesso numero del Notiziario Tecnico, sono trattati gli aspetti relativi agli adeguamenti attuati sulla rete di Telecom Italia [1].

(4) *La British Standard Institution è la principale organizzazione mondiale per la definizione degli standard e dei servizi di qualità. È un organismo imparziale, al servizio dei settori pubblico e privato, indipendente dalle associazioni di categoria e da quelle governative.*

ATTENZIONE AI FALSI ALLARMI!

**Vale la pena ricordare un aneddoto che si è verificato nel mese di settembre: una mattina verso le dieci ricevo una segnalazione allarmata da un collega con un elevato grado di responsabilità che, recatosi ad uno sportello di cassa sociale, non era stato in grado di effettuare le operazioni richieste per l'interruzione del funzionamento del sistema informativo.**

**Su sua richiesta l'addetto segnalava che il problema di blocco "totale" del sistema si era verificato dopo l'aggiornamento del software relativo all'introduzione del rilascio Anno 2000 compatibile e che, dal suo punto di vista, probabilmente tutti gli sportelli bancari ubicati all'interno dell'Azienda si trovavano ad operare nella stessa condizione.**

**Mi sono naturalmente attivato con i colleghi che avevano seguito le fasi di aggiornamento di questo settore. L'applicazione di gestione delle casse sociali è oggi strutturata in due parti: la prima su sistema centrale host, l'altra residente nelle workstation delle casse.**

**La verifica ha messo in luce che a quella data era stata aggiornata solo la componente host e, fra l'altro, da oltre un mese! Un secondo livello di approfondimento permetteva di rilevare che nessun problema nel periodo trascorso era stato segnalato e, ancora, che non risultava bloccato nessun altro sportello.**

**Da un sopralluogo è stato infine constatato, nella tarda mattinata dello stesso giorno, che il problema era legato a un malfunzionamento di un componente hardware locale, già segnalato all'addetto alla manutenzione, e che, per un caso assolutamente fortuito, si era manifestato durante un'operazione che riguardava date a cavallo di fine anno.**

**Dopo l'intervento dell'unità di manutenzione, avvenuto secondo le modalità ed i tempi di contratto, l'operatività è stata ripristinata, risultando corretta anche dopo l'adeguamento della componente locale del software, avvenuta poi nel mese di ottobre.**

*S.S.*

## 8. Sistemi informatici

Telecom Italia dispone di un sistema informativo che supporta tutte le attività aziendali: esso si avvale di sei centri di elaborazione dati, di oltre 4 mila minielaboratori e di circa 75 mila personal computer distribuiti sul territorio nazionale.

Una porzione rilevante delle procedure informatiche (circa il 40 per cento) è da considerarsi mission critical. Il processo di adeguamento del sistema informativo aziendale è stato avviato nel 1997 ed ha richiesto, come è già stato ricordato al paragrafo 5, oltre un anno per:

- individuare i sistemi da adeguare;
- ottenere dai fornitori dei sistemi le certificazioni di compatibilità dei prodotti hardware e software;
- definire quindi la strategia di intervento che fornisse le migliori garanzie di qualità del risultato, che limitasse gli impatti sul sistema nel suo complesso e che consentisse, al contempo, di contenere i costi del processo.

Sono stati così individuati i tre principali segmenti del processo e per ciascuno di essi è stato scelto un diverso percorso di adeguamento: il primo riguarda le applicazioni e i sistemi centrali (installati presso i sei centri di elaborazione dati). Sono state a questo scopo individuate oltre cento applicazioni da sottoporre a modifica (circa 125 milioni di linee di codice).

La maggior parte delle attività di adeguamento è stata affidata ad una Società del Gruppo Telecom Italia (Netsiel) che ha operato automaticamente la conversione con strumenti software.

La modifica delle applicazioni restanti è stata chiesta ai fornitori cui è affidata la manutenzione corrente delle stesse applicazioni.

L'adeguamento e le prove sono state completate nel primo semestre dell'anno in corso e la diffusione delle varianti è stata effettuata nel mese di agosto. A settembre sono stati conclusi gli interventi di adeguamento dell'hardware e del software di base dei sistemi centrali.

Quest'attività ha reso necessario conciliare la pianificazione di aggiornamento delle applicazioni (piano di lavoro annuale) con l'intervento per l'adeguamento all'Anno 2000: in questo senso con i clienti si è scelto il periodo più opportuno nel quale collocare l'attività, che per sua natura richiede una fase di stabilità del software da aggiornare. La pianificazione ha dovuto naturalmente essere resa coerente e compatibile con la capacità produttiva del fornitore esterno a cui era stata affidata la realizzazione delle modifiche.

Il secondo obiettivo di adeguamento ha riguardato le applicazioni ed i sistemi distribuiti: per ciascuna procedura il compito di attuare gli adeguamenti

necessari (prevalentemente aggiornamenti di prodotti software di mercato) e di installarli sui sistemi impiegati nella rete di Telecom Italia è stato affidato ad un solo fornitore. L'adeguamento delle applicazioni è stato concluso in agosto; in ottobre è terminato l'adeguamento dell'hardware e del software di base dei sistemi periferici.

L'aggiornamento di sistemi client-server presenta alcune particolari necessità di integrazione: infatti i sistemi sono generalmente costituiti da componenti hardware, a volte di diversi fornitori, da componenti software di base, quali, ad esempio, il sistema operativo, il sistema di gestione del data-base, il software di comunicazione, oltre alle componenti applicative proprie del progetto per cui essi sono stati realizzati. Questa complessità ha messo in luce la necessità e anche l'opportunità di trovare dei *system integrator* ai quali affidare l'intera operazione di adeguamento.

Si è quindi fatto ricorso alla collaborazione della Funzione Acquisti per individuare le corrette modalità contrattuali con i fornitori di riferimento, affrontando e risolvendo numerose problematiche relative a clausole di tutela e a garanzie da chiedere ai singoli fornitori, in un contesto internazionale particolarmente attento al problema e sensibile ai possibili successivi coinvolgimenti in richieste di risarcimento (la trattativa con Sun e Hewlett Packard, ad esempio, ha richiesto alcuni mesi per la sua messa a punto).

Il terzo obiettivo perseguito ha riguardato i Personal Computer: a questo scopo è stato fornito a tutti gli utilizzatori uno strumento software per individuare gli interventi da effettuare su hardware e software dei singoli PC.

Le informazioni così rilevate sono state analizzate da un Gruppo tecnico centralizzato che ha provveduto a comunicare le modifiche ed a pianificare gli interventi di aggiornamento, che dovevano essere eseguiti dal fornitore cui è affidata la manutenzione degli impianti. Nell'ottobre di quest'anno si è concluso l'adeguamento e in dicembre termineranno gli interventi di sostituzione.

Le difficoltà di questa operazione sono legate in larga misura alla dimensione del parco "posti di lavoro" dell'Azienda che ammonta a poco meno di 80 mila pezzi. Il raggiungimento di tutti gli interessati è stato risolto trasmettendo il software di diagnostica tramite i "punti delega", parallelamente alla distribuzione mensile dello stipendio dei singoli tecnici.

Queste attività non hanno risolto tuttavia completamente i problemi allo studio, in quanto la ristrutturazione in corso quest'anno ha comportato il cambio del punto delega per alcuni tecnici mentre venivano attuate le fasi del processo (informativa, distribuzione del software, raccolta delle informazioni, intervento di adeguamento). È stato inoltre necessario distinguere i PC utilizzati come posto di lavoro "generico", quindi modificabili secondo modalità standard, da quelli impiegati per specifiche applicazioni quali: customer care, progettazione grafica, addestramento.

Questi ultimi terminali, circa 20 mila, sono stati sottoposti ad un processo di aggiornamento legato all'applicazione per cui essi sono utilizzati, con una pianificazione coerente con gli interventi di adeguamento del relativo software. Per tutti gli altri (60 mila circa), è stato formalizzato un contratto specifico con il fornitore che già garantisce la manutenzione corrente, richiedendo un intervento straordinario, concentrato in tre mesi per l'adeguamento di circa 50 mila PC e, nei due mesi successivi, per la sostituzione di quelli che non è stato ritenuto conveniente adeguare (circa 10 mila).

In generale, per le applicazioni con software proprietario di Telecom Italia, la strategia seguita prevede anzitutto che i sistemi esistenti e non conformi siano resi compatibili utilizzando principalmente la soluzione di windowing[5] e, nei casi in cui fosse necessario, ricorrendo all'espansione del campo data o al bridging[6]. Inoltre è stato deciso che i nuovi sistemi realizzati o acquisiti devono essere compatibili con le esigenze dell'Anno 2000.

Le applicazioni, dopo essere state rese compatibili con queste esigenze, sono state collaudate in ambienti operativi opportunamente predisposti: in particolare per i sistemi che si basano su ambienti Host, è stato approntato un ambiente che ha permesso dapprima di simulare le date critiche di riferimento poi, nell'ultimo trimestre 1999, è stato introdotto come 2000 in modo permanente.

Telecom Italia ha inoltre avviato un processo di *IV&V (Independent Verification and Validation)* sulle applicazioni ritenute più critiche del patrimonio software da essa impiegato: l'analisi di IV&V consiste nel verificare il software con l'assistenza dei fornitori e con metodologie e strumenti indipendenti da quelli utilizzati in fase d'adeguamento; quest'esame è finalizzato ad individuare eventuali non conformità residue in modo da rimuoverle per tempo.

Il vincolo di disporre dei risultati relativi a queste analisi in tempo utile - in un periodo relativamente contenuto rispetto a quello necessario per quest'attività - ha fatto emergere l'esigenza di individuare un

*(5) La soluzione windowing si basa sulla definizione di una finestra temporale di cento anni, capace di individuare in maniera univoca il secolo di appartenenza di una data in cui l'anno sia espresso con due sole cifre. Questa soluzione è resa possibile definendo un anno base che rappresenta l'estremo inferiore della finestra il cui limite superiore è ottenuto aggiungendo novantanove anni a quello di partenza. Questa soluzione consente di associare al secolo in corso le date superiori all'anno base e al secolo successivo quelle inferiori. Sono possibili due alternative per attuare la tecnica esposta: la prima, denominata windowing fisso, stabilisce in modo rigido l'anno base. La seconda, chiamata windowing mobile, individua l'anno base in modo variabile e quest'ultimo si incrementa di pari passo con l'anno corrente.*

*(6) La soluzione bridging costituisce una combinazione tra l'espansione del campo data e il windowing. Essa prevede che si intervenga sui programmi con la tecnica dell'espansione del campo della data poiché in questo caso è stato deciso di utilizzare una vista logica delle date con l'anno a quattro cifre, mentre le interfacce dati (file, database) possono rimanere a due byte. L'espansione del campo data delle interfacce dati (da 2 a 4 byte) è operata dalla predisposizione di software "ad hoc" in grado di intercettare le letture e le scritture dei programmi e di effettuare l'allungamento dei campi della data, trasmettendoli al programma. L'allungamento è disattivato in un momento successivo quando le interfacce dei dati saranno definitivamente portate a 4 byte.*

insieme di Software-house che operassero in parallelo, pur rispettando l'obiettivo di perseguire criteri di economicità.

Un ulteriore provvedimento per ridurre il rischio residuo è stata la scelta di non aggiornare il sistema informativo, da novembre di quest'anno a gennaio dell'Anno 2000, con nuovi sistemi o con modifiche a sistemi già esistenti (fatti salvi naturalmente gli obblighi di legge). È stata anche prevista un'attività di salvataggio generalizzato dei dati presenti al 30 ed al 31 dicembre 1999 ed un utilizzo dei primi due giorni solari del 2000, non lavorativi, per effettuare prove sulle applicazioni che non richiedono il funzionamento sull'intero arco di una giornata, sia da parte di risorse della Funzione Informatica, sia da parte degli utilizzatori finali.

## 9. Rete e servizi internazionali

Per quanto riguarda i servizi e la rete internazionale, Telecom Italia ha voluto affrontare in maniera propositiva i problemi legati all'Anno 2000 in modo da garantire la continuità del servizio. Ha deciso perciò di condividere con quanti collaborano ai suoi processi commerciali l'obiettivo di transitare nel nuovo millennio senza che si verifichino disservizi per la clientela.

Sono state così avviate attività con i principali partner commerciali, in particolare con le società controllate e partecipate e con altri gestori di rete di telecomunicazioni. Con essi Telecom Italia ha avviato un'attiva collaborazione sia per quanto riguarda gli aspetti legati allo scambio di informazioni e di esperienze, sia per predisporre azioni congiunte atte a rispondere ai suddetti obiettivi.

Sono stati perciò resi compatibili con le esigenze dell'Anno 2000 i nuovi sistemi acquisiti - e introdotti in rete - a partire dal 1997.

Le principali aree di intervento individuate sono state:

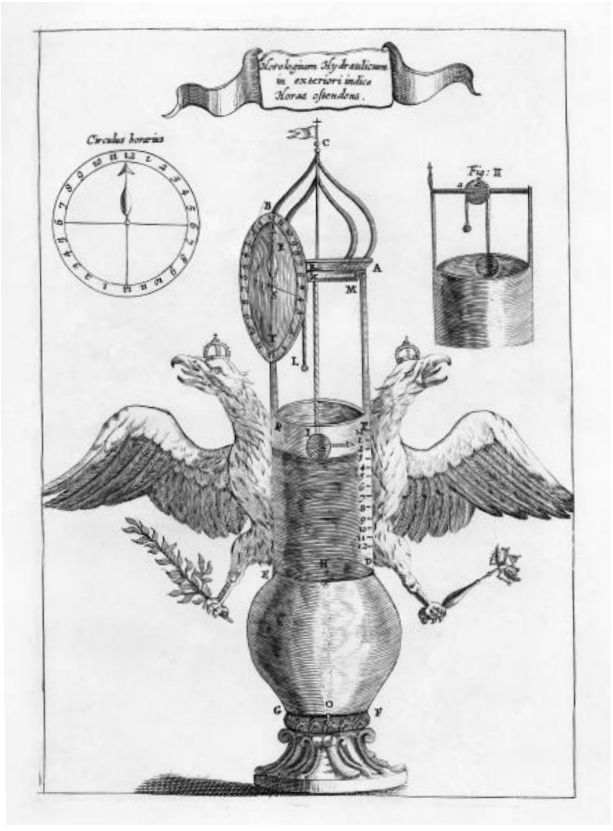
a) l'adeguamento dei sistemi informativi, dei sistemi di supporto e degli impianti di telecomunicazione della rete internazionale. Sono state così individuate quattro aree di controllo:
   - i sistemi informatici installati nelle singole funzioni dell'Azienda;
   - gli impianti di rete ed i sistemi di gestione (sistemi di commutazione, di trasmissione e di gestione);
   - gli impianti di supporto (quali ad esempio gli impianti di condizionamento e quelli di energia);
   - i collegamenti internazionali e quelli nazionali costituiti da portanti sottomarini o da connessioni via satellite.

   Sono stati così individuati più di centottanta sistemi ed è stato definito un piano integrato di interventi, nel quale sono stati riportati organicamente attività, tempi e impegni necessari a rendere compatibili i prodotti ed i servizi internazionali con l'Anno 2000.

   Nel terzo trimestre di quest'anno sono terminati gli interventi di adeguamento e la diffusione delle modifiche dei sistemi oggi impiegati, con l'eccezione dell'attività relativa ai collegamenti via satellite che comunque si concluderanno entro il mese di novembre.
b) attività di verifica indirizzata alla garanzia della continuità del servizio. A questo scopo è stato definito un accordo con il gestore internazionale MCI Worldcom, nell'ambito del programma *International Gateway Y2K Testing*, sponsorizzato dall'Ente americano NTC, per mettere a punto un'attività comune volta all'effettuazione di prove di interoperabilità ed a verificare la conformità dei servizi offerti nell'Anno 2000, in accordo con quanto raccomandato dall'ITU. L'attività è stata effettuata dal 23 settembre al 1° novembre di quest'anno e non ha messo in luce problemi di alcun tipo nell'interconnessione con altri Gestori (quali Telkom del Sud Africa, CANTV del Venezuela, GSA, Winstar e GTE. Queste ultime tre Società operano nell'ambito regionale nordamericano).

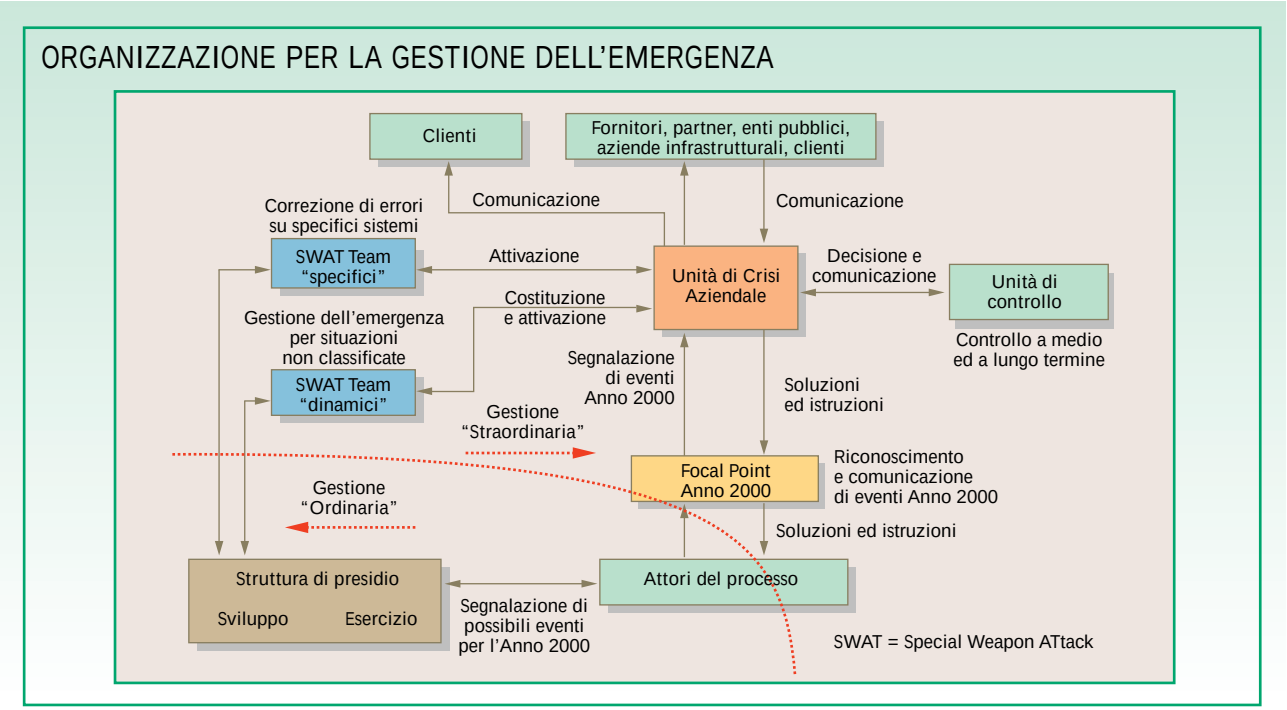
È prevista la verifica di interoperabilità con il gestore australiano denominato TELSTRA in ottobre. Sono in corso contatti con SoftwareSuisscomm - il gestore svizzero - per definire un'ulteriore sessione di prove.

Telecom ha inoltre aderito al programma di avviso tempestivo *(early warning)* denominato *Follow the sun.* Si tratta di un'iniziativa, adottata nell'ambito della *task force ITU/Y2K,* che ha messo a disposizione dei gestori partecipanti un piano che permette lo scambio istantaneo di informazioni per le anomalie Y2K che dovessero verificarsi in prossimità del cambio di data di fine millennio, nonostante tutti gli adeguamenti Y2K fatti in precedenza e di prendere quindi le




*Stampa Nardecchia*

Orologio ad acqua da una rara incisione in rame del '700.




contromisure per salvaguardare lo svolgimento delle comunicazioni. Questo programma raccomanda anche di segnalare anomalie o guasti che dovessero verificarsi anche in altri settori (ad esempio nella distribuzione dell'energia elettrica, nei trasporti, nella rete idrica purché causati o strettamente conseguenti al Millennium bug).

L'Ente Intergovernativo degli Stati Uniti *NCC (National Coordination Center)* metterà a disposizione gratuitamente a questo scopo un WEB gestito da un proprio data base situato in Virginia. I messaggi generati saranno resi visibili ai partecipanti (alcuni campi di messaggio saranno comunque non visibili. Altri particolari sulla riservatezza potranno essere resi disponibili solo a coloro che hanno aderito a questo piano). I partecipanti a quest'iniziativa sono le Società iscritte all'ITU, i membri del Forum "TELCO Y2K" ed il Foro dell'industria delle telecomunicazioni canadese.

## 10. Prodotti e servizi offerti ai clienti

Il passaggio all'Anno 2000 può causare malfunzionamenti su tutti i prodotti e servizi riconducibili al settore delle telecomunicazioni: i sistemi di commutazione privata (PABX), di trasmissione dati (quali, ad esempio, i nodi o i multiplatori), i servizi per dati (IP, Frame Relay), i servizi di base e quelli evoluti.

I possibili inconvenienti sono legati alla continuità di funzionamento dei sistemi, che dipende da una gestione corretta nel software o nel firmware di elementi legati alla data. Affrontare e risolvere eventuali inconvenienti costituisce uno degli impegni individuati come prioritari, per garantire ai clienti la disponibilità regolare dei prodotti e dei servizi forniti da Telecom Italia.

Per raggiungere quest'obiettivo, dall'inizio del 1998 sono state avviate attività orientate a individuare le criticità possibili e a definire i piani di intervento più opportuni.

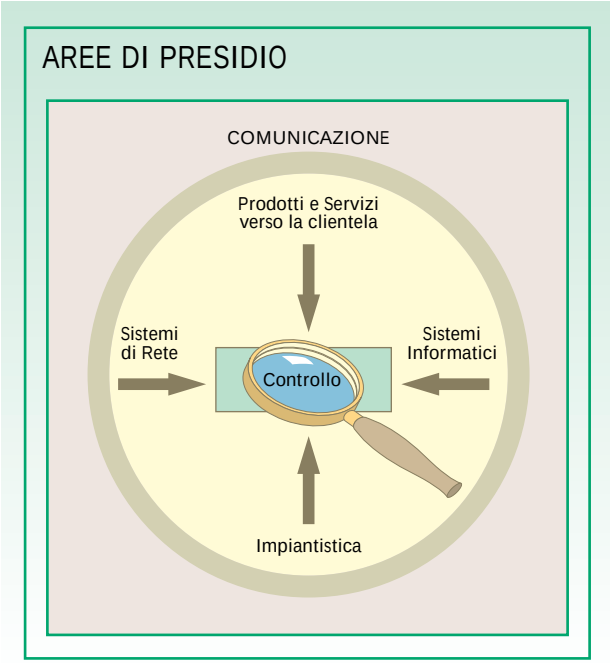
La pianificazione delle attività inerenti i prodotti è articolata anzitutto sulla verifica con i singoli fornitori della compatibilità degli apparati commercializzati, in modo da ottenere la certificazione su questi aspetti. In secondo luogo essa riguarda la definizione delle politiche di intervento sui sistemi disponibili in commercio. È poi previsto di predisporre, ed eventualmente attivare, il Piano di Contingency da mettere in atto in condizioni di emergenza. È stato infine previsto di garantire un presidio continuo di tutte le fasi del processo.

Per i prodotti e per i sistemi già forniti, sono stati definiti piani assieme ai diversi partner commerciali, quali Alcatel, Ericsson, Siemens, Cisco. Ad essi è stato chiesto di fornire prodotti compatibili con l'Anno 2000 per quelli acquisiti di recente e, allo stesso tempo, di approntare eventuali adeguamenti per i prodotti già commercializzati, secondo lo standard del British Standard Institution.

Quest'attività congiunta ha portato ad un elenco dei prodotti in esercizio legato alla compatibilità con l'Anno 2000.

È stato quindi individuato un approccio commerciale che assicura l'impegno di Telecom Italia a verificare con ciascun cliente la compatibilità dei prodotti da essa forniti. In presenza di prodotti o sistemi non conformi all'Anno 2000 è stato deciso di offrire soluzioni sostitutive o varianti agli apparati o ai sistemi per adeguarli alle nuove esigenze che garantiscano il minimo disagio al minor costo.

Il catalogo è disponibile sul sito Internet *www.telecomitalia.it/y2k*, come è già stato ricordato al paragrafo 4. È inoltre a disposizione dei clienti per ogni informazione o chiarimento il Numero Verde 800 200000. La compatibilità dei prodotti forniti da Telecom Italia, in presenza di obblighi contrattuali, è stata già attuata per il 90 per cento nel terzo trimestre 1999 e




sarà completata a novembre di quest'anno.

L'offerta di servizi di fonia (rete telefonica generale e relativi servizi supplementari, ISDN, Numero Verde, Rete Privata Virtuale) e dati (Business Packet, Business Frame, Atmosfera, Interbusiness) è stata resa conforme ai progetti di adeguamento nel terzo trimestre di quest'anno. Per garantire un sensibile ausilio di informazioni ai clienti, è stata avviata nel corso dell'anno un'attività di comunicazione interna ed esterna, articolata sull'informazione e sulla formazione (messa a punto nel primo trimestre 1999) sia del personale dedicato al servizio clienti ed al servizio commerciale, sia dei tecnici che effettuano la consulenza commerciale alle aziende, in modo da fornire ai clienti, e più in generale a tutti gli interlocutori di Telecom Italia, informazioni esaurienti sui temi legati all'Anno 2000.

È stata inoltre avviata nel corso dell'intero 1999 un'attività di comunicazione sulle politiche di intervento progressivamente attuate, tramite i consueti canali di informazione utilizzati con la clientela e con gli interlocutori abituali.

## 11. Sistemi legati alle infrastrutture ausiliarie

Gli impianti che richiedono interventi di adeguamento nell'ambito dei sistemi legati alle infrastrutture ausiliarie sono: il *BMS (Building Management System)*, i sistemi centralizzati di security *(MP1024, Sintes)* e anche la rete di abilitazione degli accessi *(GIANO)*.

a) *Building Management System*
Questi sistemi sono stati realizzati per consentire la gestione telematica degli impianti tecnologici di alcuni immobili di Telecom Italia: sono circa centottanta unità, suddivisibili in due diverse tipologie di sistemi. L'adeguamento di questi impianti è stato completato nel terzo trimestre dell'anno in corso.

b) *Sistemi centralizzati di security (MP1024, Sintes)*
Questi sistemi sono costituiti da sistemi di concentrazione degli allarmi antintrusione, antieffrazione e di controllo televisivo a circuito chiuso e sono installati nelle sedi di Telecom Italia ritenute strategicamente importanti. Sono oggi in servizio circa quattrocento di questi sistemi. L'adeguamento è stato completato nel terzo trimestre 1999.

c) *Rete di abilitazione degli accessi (GIANO)*
Questo sistema è utilizzato per la gestione degli accessi del personale Telecom Italia e del personale esterno alle sedi controllate dall'Azienda. Il sistema consiste di chiavi a lettura elettronica, installate soprattutto negli immobili di Telecom Italia adibiti a centrale, e di unità per la gestione e l'abilitazione degli accessi in aree geografiche con livelli gerarchici crescenti (centri di lavoro della rete, centri territoriali di sorveglianza, centro nazionale di tutela aziendale). Sono oggi impiegate circa 6 mila chiavi con lettura elettronica e sono funzionanti circa 750 unità di gestione. L'adeguamento di questi sistemi è stato completato nel terzo trimestre 1999.

Le attività di adeguamento sono state svolte utilizzando, a seconda dei casi, le imprese di installazione e di manutenzione degli impianti con l'intervento, nei casi in cui esso si è reso necessario, dei costruttori degli apparati.

È stato anche richiesto alle imprese di produrre un attestato di conformità degli impianti per tutti gli interventi effettuati.

Come si è accennato in precedenza, anche per gli impianti infrastrutturali di diverso genere (ad esempio, per gli ascensori, per i dispositivi antincendio e per i climatizzatori), è stata verificata la compatibilità di essi con il passaggio all'Anno 2000 che sarà comunque confermata da attestati di conformità rilasciati dai fornitori dei diversi dispositivi.

## 12. Piani di continuità e di emergenza

Il Gruppo di Coordinamento Anno 2000 ha avuto come mandato la supervisione delle attività legate al Piano di Contingency "Aziendale", che è composto dall'integrazione dei Piani di Contingency predisposti dalle singole funzioni aziendali.

Questo piano ha l'obiettivo di assicurare la continuità dei processi aziendali centrali *(core)* in modo da assicurare un livello di servizio "accettabile", di minimizzare l'impatto e la durata dei disservizi e di ridurre il tempo necessario per le decisioni da prendere in fase di emergenza.

Un Piano di Contingency è costituito da una sequenza particolareggiata di azioni da compiere per gestire situazioni di emergenza dovute ad errori causati da problemi legati all'Anno 2000 nei sistemi che gestiscono i processi fondamentali (sistemi mission critical). Il piano è integrato dall'identificazione dei responsabili e degli strumenti necessari per l'attuazione del piano.

Un tipico piano per affrontare l'emergenza (Piano di Contingency) include passi del tipo:

- criteri per l'attivazione del piano;

- definizione delle responsabilità e dei ruoli;
- procedure di invocazione (procedure necessarie ad avviare le modalità di lavoro descritte nel Piano di Contingency);
- operatività durante l'emergenza (procedure informatiche da seguire, disponibilità di manuali e normative);
- piano delle risorse, criteri e procedure di ritorno alla normalità;
- procedure legate alla conclusione delle condizioni d'emergenza (quali, ad esempio, recupero dei dati persi o danneggiati, correzione definitiva dell'errore).

Il metodo adottato per lo sviluppo dei Piani di Contingency è dettagliatamente descritto in [1].

La realizzazione di tutti i Piani di Contingency è prevista entro ottobre di quest'anno. Nei due mesi che ci separano dal 31 dicembre 1999, si procederà ad attività di simulazione in condizioni effettive di impiego (sul campo).

## 13. Garanzie assicurative

In parallelo con gli interventi di adeguamento in corso di realizzazione, Telecom Italia ha condotto un'analisi approfondita degli aspetti di ordine più strettamente legale connessi all'Anno 2000. Per limitare il rischio derivante da eventuali malfunzionamenti, si è già provveduto, in particolare, a verificare con la società Meie (la compagnia assicuratrice controllata dal Gruppo Telecom Italia) la presenza di una garanzia assicurativa idonea a coprire il rischio connesso al verificarsi di eventuali inconvenienti.

È stato riscontrato, a questo scopo, che le polizze assicurative stipulate da Telecom Italia, oggi in vigore, comprendono anche eventuali ipotesi di danno connesse a eventuali problemi legati con l'Anno 2000 che, dal punto di vista assicurativo, non può essere considerato un rischio specifico.

In coerenza con le condizioni generali dei contratti in materia assicurativa, anche la copertura del rischio Anno 2000 è limitata al "rischio residuale", al pericolo cioè che potrebbe verificarsi qualche evento avverso nonostante l'attenzione, le misure e la diligenza messe in atto dall'assicurato per predisporre misure adeguate di cautela per la prevenzione del danno.

## 14. Organizzazione del presidio

Nonostante l'impegnativa attività di adeguamento fin qui descritta, è stato ritenuto necessario prevedere qualche altra accortezza, descrivendo e predisponendo ulteriori provvedimenti volti a minimizzare il rischio di eventuali errori o, in generale, di problemi causati da malfunzionamenti per un'interpretazione non corretta dei campi relativi alla data presenti nei sistemi.

Questi ulteriori provvedimenti sono stati volti in due direzioni:

- *la definizione di un livello di presidio* assai più alto di quello necessario per un normale cambio di data a fine anno, utilizzando esperienza e risorse che la Funzione Sicurezza e Tutela Aziendale ha disponibili con continuità per far fronte a qualsiasi tipo di emergenza;
- *la predisposizione di piani di continuità e di emergenza* volti a determinare ulteriori modalità di lavoro comunque valide per garantire lo svolgimento delle attività critiche aziendali e, allo stesso tempo, a consentire di superare brevi periodi temporali nei quali si verifichi l'impossibilità di usufruire dei normali supporti informatici e di automazione.

La definizione del livello e delle modalità di presidio si è basata in particolare sull'individuazione di requisiti necessari a garantire una presenza continua e una larga disponibilità di personale reperibile sia con risorse interne sia in termini di rapido intervento dei singoli fornitori coinvolti nei processi informatici e tecnici per quanto riguarda la manutenzione corrente.

Per i fornitori si è proceduto a identificare quali aree e livelli di servizio fossero già assicurati dalle garanzie contrattuali stipulate prima della realizzazione dell'adeguamento: in questi casi sono stati effettuati incontri mirati con i rappresentanti delle aziende coinvolte in modo da definire in anticipo confini e modalità di intervento.

Si è anche provveduto a potenziare le unità di intervento specializzate che si prevede possano operare nei periodi critici nelle fasi di Problem determination, o anche nel caso di segnalazione per caratterizzare i motivi, le soluzioni da attuare e gli effetti che si determineranno. Quest'attività, a giudizio degli autori, è la chiave di volta per assicurare tempestività, correttezza ed economicità per risolvere i problemi o più semplicemente per individuare "falsi" problemi. La prospettiva, condivisa infatti a livello internazionale, è che si presenteranno anche un notevole numero di segnalazioni assolutamente non pertinenti con questo problema, in quanto facenti parte di un livello fisiologico di disservizi dei sistemi, qualunque essi siano, o addirittura dovuti alla segnalazione di emergenza anche in assenza di problemi reali.

Sul versante presidio delle risorse interne, il gruppo interdirezionale si è attivato con tutte le Funzioni interessate per definire i livelli di presenza da assicurare, i turni necessari per la copertura dell'intero arco giornaliero, ove opportuno, e le modalità operative e logistiche conseguenti. Infatti i periodi più significativi per questi aspetti sono ovviamente dal 31 dicembre di quest'anno al 3 gennaio 2000 ed il 29 febbraio 2000: dal punto di vista quantitativo sono previste poco meno di 2 mila presenze (che coprono il periodo con turni specifici) per circa 40-50 mila ore di straordinario festivo o notturno.

Queste presenze da sole non assicurano però la corretta efficienza dell'organizzazione senza la definizione di un processo di gestione delle segnalazioni, il successivo controllo, il raccordo e la comunicazione delle informazioni significative in tempi strettissimi. Il gruppo ha infatti redatto un documento contenente tra l'altro ruoli, comportamenti, riferimenti telefonici, logistici e di posta elettronica e lo ha poi distribuito a tutte le risorse coinvolte. È stata costituita un'unità di gestione del presidio, che opererà nella sede di Telecom Italia di Parco de' Medici, con il compito di

presiedere a tutte le attività, all'individuazione di eventuali colli di bottiglia od a problemi di qualsiasi natura che possano presentarsi nello svolgimento del presidio e nella relativa capacità ed autorità di intervento per la rimozione di essi.

Quest'unità di presidio, della quale fanno parte i rappresentanti delle diverse funzioni aziendali coinvolte dal problema (Rete, Mercato Italia, Informatica, Sicurezza e Tutela aziendale, Comunicazione e Immagine e le funzioni aziendali che si occupano dei servizi interni) ha anche il compito di informare i referenti responsabili delle funzioni aziendali - che saranno reperibili per tutto il periodo critico – in modo da segnalare eventuali criticità che richiedano l'attivazione di piani di continuità e di emergenza. La stessa unità assicura il collegamento con l'unità per affrontare le situazioni di crisi che ha sede a Roma in via Flaminia e che è il punto di connessione fra Telecom Italia e l'ambiente esterno, in particolare con la task force istituita dal Comitato interministeriale per l'Anno 2000 che risiede nella sede di Forte Braschi, sempre a Roma (nella quale sono presenti esperti delle organizzazioni pubbliche quali: la Protezione Civile, il Ministero dell'Interno, le Forze dell'Ordine).

## 15. Conclusioni

Lo sforzo complessivamente sostenuto finora da Telecom Italia, al pari di molti altri Enti ed Aziende, è stato veramente significativo sia dal punto di vista economico, sia dal punto di vista organizzativo, in quanto, come si è messo in evidenza in quest'articolo, il problema interessava in modo pervasivo tutte (o quasi) le funzioni aziendali. Quanti hanno partecipato alle attività di raccordo e coordinamento degli interventi, e quindi sostanzialmente tutti i partecipanti al gruppo interdirezionale, hanno avuto un'esperienza tecnica ed umana unica.

I risultati di questi sforzi saranno evidenti a tutti dapprima nei primi giorni del prossimo anno e, via via, nelle fasi più significative dei cicli aziendali dell'intero Anno 2000: l'attesa è oggi improntata verso un sia pur cauto ottimismo, più precisamente verso l'aspettativa che non si verifichino problemi significativi e che si possa festeggiare l'avvio del nuovo millennio in modo sereno in quanto tutti gli aspetti noti o quelli via via emersi nel corso di questi tre anni di attività al riguardo hanno avuto una soluzione provata in campo e risultata efficiente.

## Bibliografia

[1] Napolitano, A; Paoli, A.: *Capodanno del 2000 nella rete di Telecom Italia*. Su questo stesso numero del "Notiziario Tecnico Telecom Italia".

## Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| ABI | Associazione Bancaria Italiana |
| BMS | Building Management System |
| BSI | British Standard Institution |
| ITU | International Telecommunication Union |
| IV&V | Independent Verification and Validation |
| NCC | National Coordination Center |



*Antonio Napolitano* si è laureato in Ingegneria Elettronica con lode presso il Politecnico dell'Università degli studi di Napoli "Federico II" con la tesi "Progetto di quantizzatori per sistemi multisensore per classificazione distribuita" presentata alla Fifth European Signal Processing Conference Barcellona settembre 1990, con il titolo "Decentralized classification using quantized data". Ha iniziato la sua attività lavorativa nel 1989 in Selenia (S.p.A.), oggi Alenia, alla R&S nel dipartimento di Progettazione di Sistemi Radar come analista di Sistema. Nel 1990 è passato a lavorare in Sirti presso la Divisione Sistemi dove ha avuto la responsabilità della progettazione e realizzazione del "Sistema di Telesorveglianza dei Collegamenti" (STC) per ASST, ha inoltre partecipato al gruppo lavoro aziendale su SDH. Nel 1992 è passato in Olivetti Ricerca, società del Gruppo Olivetti nell'ambito della R&S, Qualità di Progetto, dove ha avuto la responsabilità del team preposto alle attività di collaudo su prototipi di server, personal computer e notebook di Sistemi operativi e applicativi software terze parti.

Dal 1996 è in Telecom Italia, dove ha operato nella linea Sistemi occupandosi nell'ambito del Network Design della progettazione, realizzazione e diffusione del "Sistema di Progettazione e Documentazione degli impianti di Commutazione" (SPED/IC) per le tre tecniche di commutazione Italtel, Ericsson, ed Alcatel. Dalla metà del 1999 si occupa del progetto "Anno 2000" nell'ambito del Coordinamento Anno 2000 della Funzione Rete.

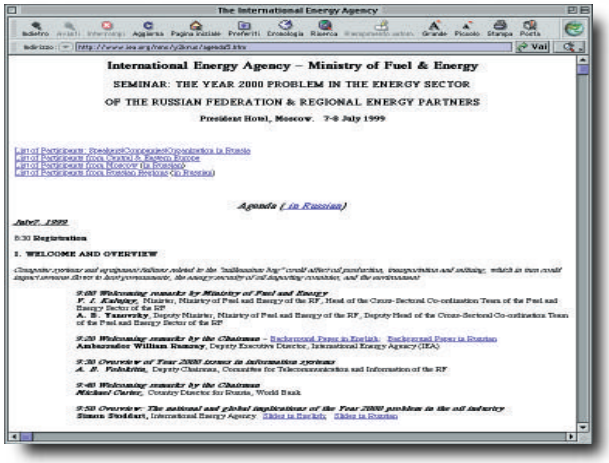


*Stefano Santi* si è laureato in Economia e Commercio nel 1986, con una tesi su "I fabbisogni informativi di impresa", ha frequentato numerosi corsi tecnici (programmazione, analisi procedure, organizzazione), di Program Management e corsi manageriali (leadership; valutazione delle prestazioni; motivazione). È stato assunto in Telecom Italia nel 1978 (allora SIP), con mansioni legate alla definizione e realizzazione di procedure amministrative e gestionali. Con assegnazione di responsabilità progressivamente crescenti (responsabile del polo di sviluppo di Bologna, poi del polo di sviluppo di Venezia e nel 1997 del settore progetti di Network Creation), ha curato la realizzazione di progetti informatici a supporto dei settori amministrativi (cassa, contabilità generale, gestione fornitori, budget), di assistenza tecnica (portafoglio attività dei centri di lavoro, rilevazione e statistiche guasti, rapporto lavori), di realizzazione impiantistica (pianificazione e realizzazione della rete telefonica). Dal 1999 ha assunto la responsabilità della funzione Progetti speciali che si occupa dell'adeguamento dei sistemi informatici per la gestione dell'Y2K, per la gestione dell'Euro e per le iniziative che nascono da normative dell'Authority per le Telecomunicazioni (piano di numerazione nazionale, portabilità del numero, carrier selection, local loop unbundling).

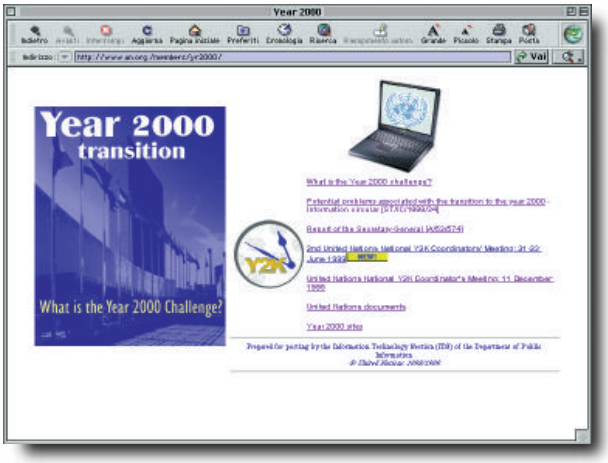
# Alcuni siti Internet dedicati al Millennium bug



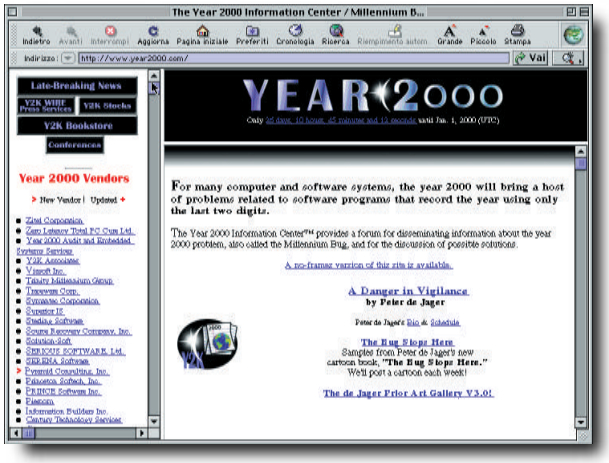

http://www.comitatoanno2000.it
*Comitato di studio della Presidenza del Consiglio dei Ministri per l'adeguamento dei sistemi informatici all'Anno 2000.*



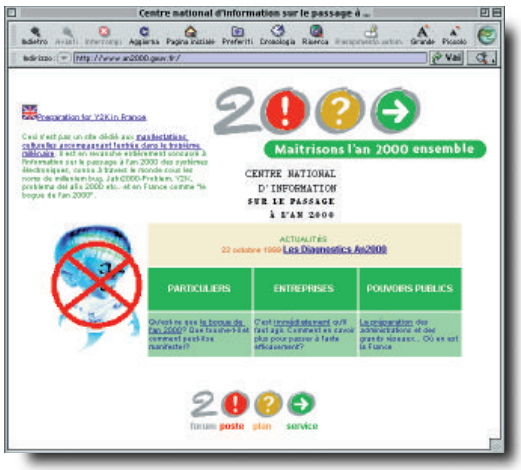

http://www.iea.org/nmc/y2krus/agenda5.htm
*Seminario su Y2K nel settore dell'energia in Russia.*



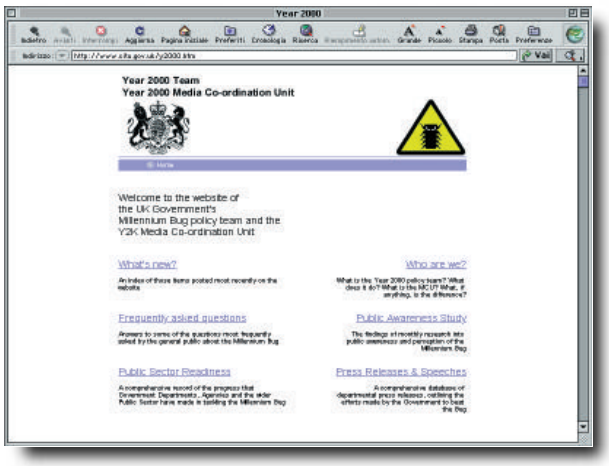

http://www.un.org/members/yr2000/
*Il Centro Year 2000 delle Nazioni Unite.*




http://www.year2000.com
*Forum del Centro informazioni Anno 2000 per diffondere la consapevolezza sul Millennium bug e per indicare le possibili soluzioni.*




http://www.an2000.gouv.fr/
*Centro governativo francese per l'orientamento nel passaggio all'Anno 2000.*




http://www.citu.gov.uk/y2000.htm
*Alcune iniziative e documenti del Governo inglese.*

# Capodanno del 2000 nella Rete di Telecom Italia

ANTONIO NAPOLITANO
ALESSANDRO PAOLI

*Telecom Italia ha compiuto in questi anni un grande sforzo tecnico e finanziario per adeguare i sistemi, le applicazioni e gli apparati della propria rete di telecomunicazione in vista del Duemila.*
*Nell'articolo precedente è stato esposto il quadro generale delle attività svolte dall'Azienda.*
*Questo articolo descrive gli aspetti salienti in cui si è articolato il processo di adeguamento della rete, le soluzioni tecniche adottate, le fasi attraverso le quali si è sviluppato, e infine le azioni e l'organizzazione che Telecom Italia ha predisposto qualora, nonostante tutte le precauzione prese, si dovesse presentare un qualche inconveniente con l'avvento del Duemila.*

## 1. Introduzione

Il problema è noto: molti sistemi, applicazioni informatiche e apparati basati su microprocessori riportano, come illustrato in dettaglio in [1], il campo relativo all'anno con due cifre. Allo scoccare della mezzanotte del 31 dicembre 1999, il campo relativo all'anno della data sarebbe rappresentato con 00, con la conseguenza che molte applicazioni, se non opportunamente modificate, tratteranno il 2000 come se fosse il 1900 dando luogo a una serie di errori nelle operazioni aritmetiche e logiche che trattano le date. È stato perciò necessario per l'intera rete di Telecom Italia verificare tutti i sistemi informatici e i sistemi di telecomunicazione dotati di parti software e di firmware e modificare quelli che memorizzano l'anno con due sole cifre.

L'articolo descrive le possibili soluzioni tecniche disponibili, i riferimenti normativi adottati ed infine la metodologia applicata nelle fasi di adeguamento dei sistemi, degli apparati, delle applicazioni e la gestione dell'eventuale emergenza.

## 2. Soluzioni tecniche e standard di riferimento

Come in ogni problema tecnico, anche per il *Millennium bug* non esiste una soluzione ottimale da tutti i punti di vista. Per decidere quale strategia adottare per superare il cambio del secolo possono essere impiegate varie soluzioni a seconda del parametro di confronto che si intende adottare:

- costo;
- efficacia;
- tempi di realizzazione.

Telecom Italia ha dunque valutato l'impatto del *baco informatico* in relazione alla composizione del proprio parco impiantistico, alla natura del proprio sistema informatico, alla tipologia dell'hardware posseduto e delle applicazioni utilizzate, alla dimensione degli archivi e non ultimo alla natura dei processi di business e operativi utilizzati.

Il problema informatico all'origine del Millennium bug ha numerose soluzioni all'apparenza equivalenti, ma con risvolti tecnici e gestionali che presentano un diverso bilancio tra vantaggi e svantaggi, a seconda del criterio di confronto adottato, che fanno preferire una soluzione ad un'altra.

Qui di seguito saranno mostrate quattro tra le tecniche oggi maggiormente impiegate.

### *2.1 Espansione del campo relativo alla data*

Questa soluzione è la più immediata, in quanto il problema informatico è legato all'aver codificato la data utilizzando solo due cifre per rappresentare l'anno.

Tutti i campi relativi alla data vengono estesi da sei ad otto cifre, cioè dal formato ggmmaa (giorno, mese, anno a due cifre) a quello ggmmaaaa (giorno, mese, anno a quattro cifre). In questo modo l'ambiguità sul secolo è rimossa, permettendo così la correttezza della logica associata al trattamento della data.

Pur apparendo questa la soluzione più logica, l'adozione di questo criterio porta a una serie di inconvenienti quali la necessità di sincronizzare le attività relative ai sistemi interconnessi e la necessità di operare un intervento di tipo globale, sia sulla logica sia sulle basi dati, determinando un aumento della memoria di massa necessaria.

### *2.2 Windowing "secolo finestra"*

Con questa sigla è stato indicato un algoritmo che interpreta una data con un anno a due cifre, applicabile quando l'orizzonte temporale nel trattamento delle date di un sistema non supera il secolo.

Si sceglie una data come anno base di riferimento *(pivot)* che divide in due parti il secolo, quindi tutte le date inferiori o uguali a quella base sono considerate come appartenenti al prossimo secolo. Se si indica, ad esempio, come anno base il trenta, nel trattare una data a sei cifre, un semplice algoritmo controlla le due cifre relative all'anno: se esse sono inferiori a trenta allora la data farà parte dell'anno Duemila, se invece esse sono superiori apparterrà al 1900. Così ad esempio gg/mm/AA=18/02/01 indicherà il 18 febbraio 2001 mentre gg/mm/AA=15/06/77 indicherà il 15 giugno 1977.

Questo criterio consente di lasciare inalterato il dialogo tra sistemi comunicanti in modo da renderne indipendenti le attività di adeguamento e risulta più semplice la fase di prova dal punto di vista gestionale. Si interviene infatti solo sui programmi, lasciando inalterati gli archivi con campi relativi alla data a sei cifre.

L'arco temporale di applicabilità dell'algoritmo è limitato ad un secolo e rimane, comunque, una soluzione temporanea che rimanda il problema fino alla data relativa all'anno base scelto (nell'esempio 2030). È stata messa a punto una versione *mobile dell'algoritmo:* con essa si incrementa ogni anno l'anno pivot, in modo che la soluzione risulti definitiva. I tempi di adeguamento sono inferiori a quelli riguardanti l'estensione del campo relativo alla data e risultano semplificate le attività di pianificazione e di coordinamento.

### *2.3 Bridging*

*Bridging* costituisce una soluzione combinata tra l'espansione del campo relativo alla data e il windowing; essa prevede che si intervenga sul software del singolo sistema con la tecnica dell'espansione del campo riguardante la data poiché è stato deciso di utilizzare per i programmi una rappresentazione logica delle date con l'anno a quattro cifre, mentre possono rimanere a due cifre le interfacce per i dati (archivi, database, ...).

L'espansione del campo della data proveniente dalle interfacce dati (da due a quattro byte) è operata da specifici software in grado di intercettare le letture e le scritture dei programmi e di effettuare l'allungamento dei campi per la data (tramite windowing), facendoli arrivare al programma. Questa crescita sarà disattivata in un momento successivo, quando le interfacce dei dati saranno tutte portate a quattro byte.

In generale bridge è un software che si posiziona tra le applicazioni e l'archivio dei dati oppure tra le applicazioni e qualsiasi altra interfaccia. Il metodo permette di contenere costi e tempi poiché anzitutto gli interventi sono indirizzati solo alla logica; in secondo luogo consente la coesistenza operativa tra i sistemi adeguati e quelli non ancora modificati; infine, questo metodo rende più flessibili i tempi di aggiornamento riducendo i problemi di tipo gestionale.

Una variante a questa tecnica è quella chiamata *Roll-back*, che consiste nel retrodatare l'orologio del singolo sistema in modo che esso operi con date appartenenti al secolo in corso ma che accetti o che fornisca virtualmente date del Duemila. Questa

| TECNICA | VANTAGGI | SVANTAGGI |
|---|---|---|
| ESPANSIONE | • Soluzione definitiva e strutturale<br>• Facilità di collaudo<br>• Conformità agli standard ISO e ANSI | • Tempo e costi elevati<br>• Necessità di operare sia sui programmi sia sugli archivi<br>• Perdita nelle prestazioni (dovuta a maggiore dimensione degli archivi) |
| WINDOWING | • Non si opera una espansione del campo per la data<br>• Si interviene solo sui programmi, quindi si hanno minori costi di conversione<br>• Consente di disporre di un maggior tempo per analizzare il sistema informativo e di trovare la soluzione più adeguata | • Soluzione temporanea (la durata massima è di x anni, se si sceglie x come anno base)<br>• Non è efficace per le operazione con archi temporali oltre i cento anni<br>• Possono presentarsi alcuni problemi per le funzioni di ordinamento *(sort)* e d'interrogazione *(query)* dei dati |
| BRIDGING | • È una soluzione conveniente per superare transitoriamente il Millennium bug<br>• Si interviene solo sui programmi (risparmi in termini di costi e di tempo)<br>• È utile per far coesistere transitoriamente programmi conformi e non conformi | • Rimane una soluzione transitoria<br>• Si ha un possibile degrado delle prestazioni di sistemi che lavorano in tempo reale e ad alto traffico<br>• Non è applicabile a tutte le situazioni oggi presenti |
| ENCODING | • È una soluzione definitiva<br>• Conviene per i sistemi cablati<br>• Sono garantite le funzioni di ordinamento *(sort)* e di interrogazione *(query)*<br>• Non richiede ulteriore spazio nella memoria di massa | • Presenta costi e tempi elevati per la conversione<br>• Occorre operare sia sui programmi sia sugli archivi<br>• Richiede la modifica dei dati per le interfacce esterne<br>• Richiede particolare accuratezza nella conversione |

**Tabella 1** *Confronto tra i diversi metodi utilizzati per evitare possibili malfunzionamenti dovuti al Millennium bug.*

# Impatto sui sistemi UT e sui CEM Italtel causati dal Y2K.

Nel testo di questo articolo si è fatto cenno alle analisi compiute da Telecom Italia con i fornitori di sistemi impiegati nella rete di telecomunicazione per individuare gli interventi e il rischio legati all'impiego dei singoli sistemi per effetto del Millennium bug.
A titolo di esempio, in questo riquadro è riportata l'analisi condotta dall'Italtel sui sistemi di commutazione e sui CEM. Di seguito sono elencate le informazioni relative all'indicazione delle aree software interessate alla modifica e la profondità dell'impatto di ciascuna di esse.

## 1. Aree software interessate alla modifica

Autocommutatore UT

- adeguamento del sistema operativo DEC Ultrix e dei relativi applicativi (pacchetti layered);
- revisione e adeguamento del software di base e degli applicativi di UT in conformità a Open Group UNIX98 Year 2000 guidelines;
- revisione degli applicativi e delle funzionalità di "base" focalizzate alla gestione del flusso dei dati e dei protocolli relativi al CEM

CEM

- adeguamento del Sistema Operativo OpenVMS;
- adeguamento dei relativi applicativi (pacchetti layered DEC);
- adeguamento del compilatore C (DECC) e delle librerie Run-Time;
- adeguamento del precompilatore Oracle;
- adeguamento del compilatore Cobol;
- adeguamento del Sistema Operativo SUN Solaris;
- adeguamento degli applicativi Custom sul prodotto per la gestione delle date e sulle interfacce nell'uso delle risorse coinvolte;
- revisione degli applicativi e delle

ABBREVIAZIONI

| | | |
|---|---|---|
| ADAS | = | Amministrazione del Data base |
| AURL | = | Accesso Utenti Remoti e Locali |
| DAMA | = | Diagnosi Analisi MAnutenzione |
| DARI | = | Documentazione degli Addebiti di Rete Intelligente |
| DIA | = | Documentazione Integrale degli Addebiti |
| ES | = | Elaboratore di Servizio |
| FTP | = | File Transfer Protocol |
| IAD | = | Identificazione Abbonato Disturbatore |
| ICN | = | Identificazione del Chiamante su base Numerazione |
| ME | = | Modulo utenti Evoluto |
| MML | = | Man Machine Language |
| NTM | = | Network Traffic Management |
| OSS | = | Operations Support Systems |
| REGUT | = | REGistrazione UTente |
| RIGSER | = | RIchiesta Generale SERvizi |
| SER | = | Modulo di Servizio |
| SIRA | = | Sincronizzatore RAI |
| SITA | = | Supervisione Istradamento e Tassazione Automatizzato |
| SSCB | = | Sistema di Supervisione e Controllo di Base |
| TEO | = | Tasso Efficace di Occupazione |
| TSS | = | Tabelle Stato Sintesi |
| UCRD | = | Unità Controllo Raccolte Dati |

| Sottosistemi UT | Librerie Run-time | Data base | Esercizio | Manutenzione | Tassazione | Coll. ES-CEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Elaboratore di servizio (ES)[1] | NO | SI (L) | SI (L) | SI (L) | SI (L) | SI (L) |
| Modulo utenti (ME)[2] | SI (L) | NO | SI (L) | SI (L) | NO | - |
| Modulo di servizio (SER)[2] | SI (L) | NO | SI (L) | SI (L) | NO | - |

*Entità delle modifiche: L= Lieve M= Medio A= Alto*

(1) Data base include le funzioni di segmenti di configurazione, gli ordinativi di lavoro ADAS.
L'esercizio include le misure di traffico, la documentazione degli addebiti, l'IAD, l'ICN, l'NTM, il REGUT e la gestione dei contatori.
La manutenzione include la gestione degli allarmi e quella della lista dei morosi (Black Box).
La tassazione include la gestione degli scaglioni tariffari.
Il collegamento tra l'ES e il CEM include il protocollo RIGSER e il teletrasferimento PATCH da CEM.

(2) La manutenzione include la gestione della lista dei morosi (Black Box).

*Tabella 1 Sottosistemi UT interessati alle modifiche.*

| Sottosistemi CEM | Librerie Run-time | Data Base | Protocolli | Report | Elaborazione interna | Gestione I/O utente |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Work Station | NO | NO | NO | SI (L) | NO | NO |
| Prestazioni interne VAX Cluster[1] | SI (L) | NO | NO | NO | SI (L) | NO |
| Prestazioni esterne VAX Cluster[2] | SI (L) | NO | SI (M) | SI (L) | SI (M) | SI (M) |
| Interfacce di E&M[3] | SI (L) | SI (L) | NO | SI (L) | SI (M) | SI (M) |
| Software i/f vs sistemi esterni[4] | SI (L) | NO | SI (M) | NO | NO | NO |
| Data Base-Server | NO | NO | NO | NO | NO | NO |

*Entità delle modifiche: L= Lieve M= Medio A= Alto*

(1) Prestazioni che forniscono direttamente la funzionalità all'operatore Telecom, ad esempio: DARI, DIA, Allarmi, Traffico, NTM.

(2) Prestazioni agenti come le "mediation" spesso impreviste atte a fornire strati di E&M o funzionalità di supervisione e gestione della continuità del servizio. Ad esempio: Master, gestione TSS, statistiche, gestione dei messaggi, gestione dei diari.

(3) Prestazioni riferite principalmente ai componenti *MML (Man Machine Language).*

(4) Prestazioni e componenti software (ad esempio: driver TCP/IP) atti a svolgere le mimiche di protocollo e gli scambi di dati da o verso sistemi quali ad esempio: UCRD, SITA, DAMA, ADAS (l'ADAS si distingue per l'introduzione di un nuovo protocollo Y2K-ready).

*Tabella 2 Sottosistemi CEM interessati alle modifiche.*

funzionalità di "base" focalizzate alla gestione del flusso dei dati e dei protocolli relativi agli autocommutatori tributari;
- revisione degli applicativi e dei protocolli (messaggi e flussi dati pregiati) atti a permettere il dialogo all'interfaccia con i sistemi *OSS (Operation Support System)* del CEM.

## 2. Profondità di impatto

In relazione ai sottosistemi coinvolti per il sistema UT (tabella 1) ed alle prestazioni aggiornate sul CEM (tabella 2), gli indicatori di profondità di impatto (L= Lieve, M= Medio, A= Alto) sono stati scelti in funzione della percentuale di modifiche effettuate sui sottosistemi modificati con queste varianti.
Nella tabella 3 è riportato l'elenco delle prestazioni che sono state adeguate per effetto dell'Y2K.

### *2.1 Criteri di gestione della data*

*Rappresentazione interna.* La rappresentazione del campo anno all'interno delle date può essere realizzata con due o con quattro cifre. Le applicazioni per la gestione interna del campo anno, nel caso in cui esso sia rappresentato con due cifre, utilizzano il seguente criterio: un anno espresso con due cifre "NN" viene interpretato come:
- 19NN nel caso in cui NN sia maggiore di 68;
- 20NN nel caso in cui NN sia uguale a 68 o minore.

*Interfaccia CEM - UT.* Gli applicativi gestiscono le date in cui l'anno è rappresentato sia con due cifre sia con quattro. Le modifiche apportate hanno lasciato inalterata l'interfaccia oggi esistente. Quando la data è rappresentata con due cifre, è adottato lo stesso criterio utilizzato per la gestione interna delle date che prevede la finestra temporale (1967 - 2068).
*Interfaccia tra il CEM e altri sistemi OSS.* I provvedimenti sono analoghi a quelli adottati all'interfaccia tra il CEM ed i sistemi UT.

| Prestazioni | Impatto UT | Impatto CEM |
|---|---|---|
| Esercizio e Manutenzione | L | M |
| Allarmi | L | M |
| Accesso Utenti Remoti e Locali (AURL) | L | L |
| Contatori | L | L |
| Gestione della data e dell'ora | L | A |
| Documentazione delle chiamate | L | A |
| Misure di traffico | L | A |
| Network Traffic Management (NTM) | L | M |
| Contatori TEO (Tasso Efficace di Occup.) | L | L |
| Teletrasferimento PATCH di UT | L | L |
| Protocolli di comunicazione con UT | L | M |
| Segmenti di configurazione UT | L | M |
| Gestione ordinativi di lavoro ADAS | L | - |
| Tassazione | L | - |
| REGistrazione UTente (REGUT) | L | - |
| Ident. del Chiamante su base Numer. (ICN) | L | - |
| Ident. Abbonato Disturbatore (IAD) | L | - |
| Gestione lista morosi (Black Box) | L | - |
| Gestione Batch di Comandi UT | - | M |
| Dati di configurazione | - | M |
| Morosi | - | M |
| Statistiche allarmi | - | A |
| Terminale remoto di UT | - | M |
| Invio dati di configurazione a SITA | - | L |
| Invio documentazione al CED | - | M |
| Invio documentazione a SSCB | - | M |

*Legenda: L= Lieve M= Medio A= Alto*

*Tabella 3 Prestazioni adeguate per effetto del Millennium bug sul sistema UT e sul CEM.*

### *2.2 Apparati esterni per la sincronizzazione della data e dell'ora*

L'apparato esterno SIRA, utilizzato per sincronizzare il CEM al segnale radio fornito dal Galileo Ferraris, risponde alle esigenze poste dal cambio data del millennio.
Il campo relativo all'anno all'interno della data è rappresentato su due cifre ed è interpretato dall'applicazione CEM "gestione della data e dell'ora" con il seguente criterio: un anno espresso su due cifre "NN" è interpretato come
- 19NN nel caso in cui NN sia superiore a 68;
- 20NN nel caso in cui NN sia inferiore o pari a 68.

Nella tabella 4 sono riportate le modifiche al software utilizzato per l'interconnessione del CEM del sistema UT con i sistemi esterni.

| Sistema esterno | Edizione protocollo Y2K | Protocollo applicativo modificato per Y2K | Software interfaccia modificato per Y2K | Software di base, usato nell'interfaccia, modificato per Y2K |
|---|---|---|---|---|
| CED Documentazione | Tutte | NO | SI | SI (software diverso) |
| SSCB | Tutte | NO | SI | SI (software adeguato) |
| STAR/GD | Tutte | NO | SI | SI (software diverso) |
| CED Morosi | Tutte | NO | SI | SI (software adeguato) |
| SITA | Tutte | NO | SI | SI (software adeguato) |
| SID/C | Tutte | NO | SI | SI (software adeguato) |
| DAMA | Tutte | NO | SI | SI (software adeguato) |
| TOP500 CGS | Tutte | NO | SI | SI (software adeguato) |
| TOP500 DMS | FTP | SI | SI | SI (software diverso) |
| UCRD | Tutte | NO | SI | SI (software adeguato) |
| ADAS | n.03 e n.04 | NO | SI | SI (software adeguato) |

*Tabella 4 Interconnessione del CEM relativo al sistema UT con i sistemi esterni.*

procedura può essere ottenuta utilizzando un dispositivo *(bridge)* che aggiunge o che sottrae ventotto all'anno della data. Il motivo della scelta per cui il 2000 diventa il 1972 non è casuale: ventotto è multiplo di quattro (periodicità dell'anno bisestile) ed è anche il minimo periodo di ripetizione dell'associazione giorno della settimana - data, indipendente dall'anno di inizio del ciclo[1]. Il 1° gennaio del 2000 è un sabato come il 1° gennaio del 1972; inoltre quest'anno è bisestile così come il 1972 per cui esiste un 29 febbraio 2000 che è un martedì così come il 29 febbraio 1972.

Questa metodologia può risultare conveniente nei casi in cui non è disponibile o non può essere rielaborato l'intero codice sorgente e non possono quindi essere modificati i programmi (sono impiegate, ad esempio, vecchie istruzioni in linguaggi di basso livello e non è facile trovare operatori capaci di apportare ai programmi modifiche corrette). Il Roll-back è una soluzione temporanea adatta a Piani di Contingency, ma da provare con attenzione perché presenta un alto rischio di malfunzionamento.

### *2.4 Encoding*

Un campo a sei cifre decimali ha una capacità informativa massima di un milione di combinazioni; il formato per la data ggmmaa (giorno, mese, anno) utilizza solo una porzione assai limitata di queste combinazioni.

La tecnica dell'Encoding ha l'obiettivo di impiegare la capacità informativa dei campi a disposizione utilizzando codifiche particolari (ad esempio la rappresentazione delle date secondo il Calendario Giuliano[2]) del campo per la data che non ne alterano la dimensione. I programmi sono modificati con l'aggiunta di particolari istruzioni che operano la trasformazione del formato della data o in fase di lettura o in quella di scrittura dei dati.

Questa tecnica è la più adottata in tutti i casi in cui la memoria di massa deve rimanere necessariamente della stessa dimensione (ad esempio in alcuni chip inseriti all'interno di particolari supporti di memoria limitati, quali le tessere magnetiche o le ROM card). La logica deve essere modificata - spesso in modo non naturale e non standard - e rende perciò questa tecnica non conveniente per i sistemi inseriti in ambienti informatici aperti che utilizzano numerose interfacce.

### *2.5 Confronto tra i diversi metodi descritti*

Nella tabella 1 sono confrontati i criteri fin qui descritti.

Per le reti di telecomunicazioni si è prevalentemente scelto di adottare soluzioni come il Windowing ed il Bridging, che consentono di lasciare inalterato il formato relativo alla data nell'interfaccia minimizzando il problema dell'interoperabilità e le difficoltà di dover gestire la contemporaneità dei collaudi e dei rilasci tra sistemi comunicanti. Nel caso ciò non sia stato possibile si è ricorsi all'espansione del campo data anche per il formato di interfaccia tra i sistemi comunicanti.

Queste scelte garantiscono la soluzione del problema per una durata temporale superiore al tempo di vita medio stimato per il software oggetto degli adeguamenti.

| Definizione di conformità all'Anno 2000 | *BSI PD-DISC 2000-1* |
|---|---|
| "Essere compatibili con l'Anno 2000 significa che né le prestazioni, né la funzionalità debbono risultare compromesse dalle date prima, durante e dopo l'Anno 2000.<br>In particolare:<br>A. nessun valore relativo alla data attuale dovrà provocare eventuali interruzioni nelle operazioni;<br>B. la funzionalità basata sulla data dovrà essere coerente in termini di date prima, durante e dopo l'Anno 2000;<br>C. in tutte le interfacce e le memorie di dati, il millennio in ogni data dovrà essere specificato esplicitamente o per mezzo di algoritmi non ambigui o di regole di deduzione;<br>D. l'Anno 2000 deve essere riconosciuto come un anno bisestile". | |

**Tabella 2** *Conformità all'Anno 2000 secondo British Standard Institution.*

## 3. Fasi di sviluppo del Piano Anno 2000 nella rete di telecomunicazioni

Il Piano Anno 2000 della Rete di Telecom Italia ha seguito un approccio analogo a quello di diversi altri gestori europei e mondiali quali ad esempio, France Télécom, BT, Cable & Wireless. Esso si è ispirato alle fasi essenziali presenti in tutta la letteratura specifica mondiale e in particolare alla guida Y2K redatta dall'ITU. A questo scopo è stata svolta un'intensa attività che può essere suddivisa nelle fasi descritte qui di seguito.

### *3.1 Scelta dello Standard*

La definizione di conformità all'Anno 2000 che la Rete ha adottato è quella normalizzata dalla *British Standard Institution* denominata *BSI PD-DISC 2000-1* (tabella 2), che è una delle principali organizzazioni mondiali per la definizione degli standard e dei servizi di qualità. Questo standard esprime attraverso quattro semplici regole interpretative i requisiti essenziali che un sistema deve avere per essere considerato "Anno 2000 compatibile" *(Y2K complaint)*.

*(1) Un esame accurato mostra che indicando con* n *un numero intero, l'associazione giorno della settimana-data si ripete dopo 5 anni per gli anni del tipo 4n, dopo 6 anni per quelli del tipo 4n+1 e 4n+2 e dopo 11 anni per quelli 4n+3. Comunque quest'associazione si ripete sicuramente dopo 28 anni e indipendentemente dall'anno di partenza (secondo il ciclo 4n → 4n+1 → 4n+3 → 4n+2 → 4n).*

*(2) Con l'utilizzo della data Giuliana si ha un tipo di codifica che non impiega il formato ggmmaa, ma che dedica tutte e sei le cifre al conteggio dei giorni (gggggg). Il Calendario Giuliano, introdotto da Giulio Cesare nel 45 a.C., ha una ciclicità di 7980 anni con inizio il primo gennaio 4713 a.C. e termina nel 3267 d.C. Il primo giorno viene indicato come giorno 0. Le codifiche che utilizzano questo tipo di data per ragioni pratiche fissano al primo gennaio 1900 l'anno di partenza.*

Questi principi sono stati posti alla base delle numerose attività svolte in Telecom Italia negli ultimi anni per risolvere i problemi legati al Millennium bug.

*3.2 Censimento e inventario*

La fase legata al censimento e all'inventario ha costituito il punto di partenza di tutti i programmi di adeguamento causati dall'inadeguatezza dei cespiti di un'azienda, ma la particolarità del bug informatico e la capillarità di un'azione dannosa da esso svolta hanno costretto ad affrontare il vasto parco di oggetti da "analizzare" con un approccio dall'alto verso il basso che è risultato essere necessario per la disomogeneità e la complessità degli oggetti da censire.

È stato in primo luogo chiesto alle diverse Funzioni aziendali preposte all'industrializzazione e messa in campo di oggetti informatici - potenzialmente influenzati dalla data - di censire i macro-oggetti di competenza in modo da elencarli e da valutarne lo stato di compatibilità in base allo standard suddetto. Quest'attività, di più alto livello, che può essere definita di "Censimento di oggetti informatici", ha consentito di pervenire a una lista di sistemi, di applicazioni, di famiglie di apparati che hanno rappresentato gli oggetti su cui approfondire l'analisi e in particolare di indicare per ogni voce di questo elenco un inventario particolareggiato sui singoli componenti.

Gli elementi riportati nel censimento degli oggetti informatici sono classificati in:

- nome del sistema, dell'applicazione, della famiglia di apparati;
- versione del rilascio in campo;
- Funzione aziendale responsabile di un eventuale adeguamento del singolo elemento;
- indicazione dei legami sistemistici (quali, ad esempio, interfacce informatiche o dipendenze implicite);
- priorità dell'elemento all'interno dei processi di business (alta, media, bassa);
- possibile impatto sul sistema causato da un errato trattamento della data;
- eventuale impatto sul processo di business; quest'informazione ha tenuto conto in diversi casi di alcune valutazioni quali, ad esempio, il tempo di recupero in caso di mancato funzionamento ovvero il tempo di tolleranza al disservizio;
- stato di conformità. Sono stati classificati in proposito quattro valori: 1) compatibile con l'Anno 2000 e quindi, non influenzato dalla data; 2) da adeguare; 3) da dismettere entro quest'anno; 4) da analizzare (voce questa accettata solo in via transitoria).

L'ultima informazione richiesta nel censimento - lo stato di conformità - ha rappresentato in pratica la sintesi di un'attività necessaria di maggior dettaglio che ha riguardato l'inventario delle singole componenti. Un oggetto del censimento, per il quale in fase di inventario è stato individuato almeno un componente da adeguare all'Anno 2000, è stato considerato influenzato dalla data e quindi inserito nella lista degli interventi di modifica. La fase di inventario di dettaglio è stata eseguita dalla Funzione aziendale responsabile dell'oggetto (come rilevato dal censimento). Essa si è avvalsa delle competenze specifiche della società manifatturiera cui è stata richiesta una descrizione particolareggiata dell'oggetto, ricavata spesso con l'ausilio di sistemi automatici idonei a rilevare le singole componenti hardware, firmware e software e l'impatto del Millennium bug su di esse.

L'attività di censimento di alto livello e quella di inventario di basso livello è stata integrata con una richiesta centralizzata di una dichiarazione di conformità all'Anno 2000 di tutti gli oggetti forniti dagli abituali fornitori dei sistemi impiegati nella rete di Telecom Italia. Questa iniziativa ha perseguito il duplice obiettivo di integrare e completare l'informazione già raccolta dai singoli responsabili dei progetti e di coinvolgere in maniera formale le società manifatturiere.



*Foto:Casa Editrice Demetra S.r.l.*

Particolare dell'orologio astrale. Torre dell'orologio, Mantova.

*3.3 Valutazione del rischio*

La valutazione del rischio ha costituito l'ultima fase dell'analisi effettuata nel corso del censimento, con informazioni relative al livello di rischio connesso alla non adeguatezza all'Anno 2000 degli oggetti censiti.

Per definire il rischio sono stati valutati alcuni parametri necessari per la classifica e, in particolare, l'impatto in termini di reddito, sicurezza, livello di servizio, immagine; e, in secondo luogo, l'esposizione possibile a rischi di eventuali malfunzionamenti (dipendenza dalla data nota o ipotizzata per singole applicazioni, per sistemi operativi o per le piattaforme hardware).

*3.4 Analisi dell'impatto*

Le informazioni sull'impatto del Millennium bug sono state acquisite solo mediante verifiche sui test plant di Telecom Italia e dei fornitori. Non poteva infatti essere turbato l'ambiente di esercizio con prove che avrebbero comportato il cambiamento della data di sistema e quindi effetti potenzialmente dannosi sui processi aziendali. In particolare, nei casi in cui è sorto un dubbio sulla necessità di effettuare l'adeguamento,

## DATE CRITICHE INDICATE DALL'ITU

| Start date | End date | Test conditions |
|---|---|---|
| 31 December 1998 | 1 January 1999 | Year = 99 highest value in two digit field |
| 9 April 1999 | 10 April 1999 | 99th day of the Year 99-9999 denotes end of input |
| 22 August 1999 | 22 August 1999 | Event horizon date for Global Position System |
| 8 September 1999 | 9 September 1999 | Date = 9999 (9/9/99) high value |
| 30 December 1999 | 31 December 1999 | Highest value two digit number |
| 31 December 1999 | 1 January 2000 | Year = 00 should be interpreted as Y2K, not 1900 |
| 1 January 2000 | 2 January 2000 | 1st day change for Y2K |
| 2 January 2000 | 4 January 2000 | 1st working day for Y2K |
| 4 January 2000 | 5 January 2000 | 1st working day change for Y2K |
| 6 January 2000 | 6 January 2000 | Day-of-week functionality test (Thu:2000; Sat:1900) |
| 7 January 2000 | 8 January 2000 | 1st end of week for Y2K |
| 10 January 2000 | 10 January 2000 | 1st time 7 digits in calendar field are used |
| 30 January 2000 | 1 February 2000 | 1st end of month for Y2K |
| 28 February 2000 | 29 February 2000 | 2000 Leap Year |
| 29 February 2000 | 1 March 2000 | 2000 Leap Year |
| 30 March 2000 | 1 April 2000 | 1st end of Quarter for Y2K & 1st end of Fin Year |
| 30 June 2000 | 1 July 2000 | 1st end of Fin Year |
| 10 October 2000 | 10 October 2000 | 1st time all 8 digits in calendar field are used |
| 31 December 2000 | 1 January 2001 | 1st end of calendar year for Y2K |
| 28 February 2001 | 1 March 2001 | 2001 is not a Leap Year |
| 28 February 2004 | 29 February 2004 | 2004 Leap Year |
| 29 February 2004 | 1 March 2004 | 2004 Leap Year |
| 31 December 2037 | 1 January 2038 | UNIX platform internal clock expire |

*Fonte: ITU Inter Carrier Testing Sub Group*

è stato chiesto ad alcuni fornitori di sistemi di telecomunicazioni di fornire informazioni analitiche sul comportamento di sistemi e apparati, nel caso di funzionamento con la data spostata al 2000 o di trattare date relative a periodi futuri. Quest'analisi ha permesso di distinguere i casi in cui l'adeguamento risultava essere indispensabile da quelli in cui la variazione della data presentava conseguenze nulle o limitate ad alcune funzioni il cui comportamento errato poteva essere ovviato con semplici procedure di *work-around*.

### *3.5 Definizione delle strategie di intervento e di pianificazione*

La valutazione del rischio e l'analisi dell'impatto hanno consentito di individuare le priorità negli interventi, di pervenire ad una stima coerente del budget necessario e di scegliere le strategie tecniche da adottare per il trattamento di sistemi non adeguati.

Le attività intraprese a riguardo sono state numerose; quelle di maggiore rilievo possono essere così sintetizzate:

- sostituzione totale di sistemi, di applicazioni e di apparati non compatibili con nuovi oggetti hardware e software compatibili con la transizione al nuovo millennio;
- aggiornamenti del software non compatibile con nuovi rilasci sviluppati per rispondere alle esigenze del passaggio all'Anno 2000 *(Y2K compliant);*
- procedure, spesso non informatiche, in grado di aggirare e di risolvere limitazioni minori presenti in un sistema non compatibile *(work-around);*
- eliminazione anticipata a quest'anno di oggetti ormai prossimi alla dismissione che avrebbero richiesto un costo non trascurabile di adeguamento.

È stata adottata, quindi, in maniera diffusa una strategia tesa a prevedere l'adeguamento del sistema al trattamento corretto della data nell'ambito di un rilascio del software già pianificato, per apportare al sistema ulteriori funzionalità. In questo senso l'adeguamento all'Anno 2000 è stato considerato una prestazione aggiuntiva, inserita nell'ambito di un rilascio software relativo ad un più ampio contesto.

### *3.6 Adeguamento*

#### 3.6.1 Esecuzione dell'intervento

Gli interventi di adeguamento sul software sono stati affidati agli stessi fornitori dei sistemi, applicazioni ed apparati in quanto essi sono stati ritenuti in possesso delle conoscenze specifiche per effettuare le modifiche sugli impianti della rete di telecomunicazione. Il prodotto Y2K compliant - sviluppato e provato all'interno della singola società manifatturiera - è stato poi fornito a Telecom Italia per consentire ai tecnici dell'Azienda di eseguire su esso le fasi di qualificazione in genere seguite in questi casi.

#### 3.6.2 Prove, validazione, diffusione

Le tipologie di prove che Telecom Italia ha utiliz-

zato per verificare l'aderenza dei sistemi modificati in accordo con lo standard B.S.I. sono state basate su quelle definite dall'*ITU (International Telecommunication Union)*. Sono state provate le funzioni sia dei sistemi sia degli apparati simulando un ambiente con una data impostata su ciascuno dei giorni critici previsti dall'ITU ovvero verificando il comportamento dei sistemi in un sottoinsieme di date ritenuto significativo per il particolare sistema o apparato in collaudo. Le verifiche sono state effettuate solo in ambiente di prova realizzato al di fuori dei sistemi in esercizio. Era infatti necessario spostare la data del sistema senza causare disservizio sui sistemi in funzione. Dopo avere eliminato eventuali anomalie riscontrate nelle prove, il prodotto collaudato è stato sperimentato in campo per poi passare alla diffusione della modifica su tutti gli analoghi sistemi presenti nella rete di Telecom Italia.

### *3.7 Integrazione*

Da quanto fin qui riportato, può essere osservato che le prove effettuate sul singolo sistema non danno garanzia sul funzionamento di una catena di sistemi interconnessi che si scambiano informazioni sensibili alla data. L'impiego di tecniche, che consentano di non modificare il formato della data presente all'interfaccia, tende a ridurre il rischio legato all'interconnessione. Infatti, anche se tutti i sistemi funzionano in maniera corretta durante i singoli collaudi, si possono presentare malfunzionamenti in una catena di sistemi informatici, connessi in cascata, per problemi legati al dialogo d'interoperabilità tra essi *(effetto domino)*. Una garanzia maggiore può essere assicurata solo dal collaudo complessivo di una catena informatica.

È stato perciò realizzato un ambiente di prova integrato nel quale collaudare i rilasci Y2K complaint dei sistemi coinvolti in uno dei processi centrali della rete di telecomunicazioni. La catena che va dagli *ACN (AutoCommutatori Numerici)* delle varie tecniche ai rispettivi sistemi di supervisione (CEM) e termina nei sistemi informativi deputati al trattamento della fatturazione (CED) è stata provata contemporaneamente impostando in modo sincrono le date di sistema relative ai valori critici in un'ottica Millennium bug (ad esempio il passaggio dal 31/12/1999 a 01/01/2000 e dal 28/02/2000 al 29/02/2000). Nel riquadro di pagina 24 sono riportate le altre date critiche indicate dall'ITU. In questi collaudi sono stati inseriti anche altri sistemi che contribuiscono nella catena ai processi di fatturazione, fornitura, gestione dinamica del traffico.

Particolare attenzione è stata dedicata all'interoperabilità con gli operatori interconnessi e con quelli dei sistemi Mobili; per essi è stata definita una strategia di prova ispirata alle raccomandazioni indicate dal Gruppo di Studio dell'ITU: "Y2K Inter Carrier Testing Group".

Sono state previste in particolare prove d'interoperabilità da terminale a terminale (provando differenti tipologie di chiamate) con TIM, OPI e WIND. Agli altri operatori interconnessi è stata richiesta formalmente una certificazione di compatibilità Anno 2000 ed è stata proposta un'attività di prova congiunta all'interfaccia d'interconnessione tra le due reti. Le attività di prova conseguenti saranno completate entro la fine dell'anno.

| Classificazione dei sistemi e delle applicazioni |
|---|
| **Sistemi e applicazioni MISSION CRITICAL** |
| • sono quei sistemi o applicazioni il cui funzionamento è necessario per la fornitura o per il ripristino del servizio erogato, in linea con gli impegni contrattuali verso il cliente e le normative vigenti;<br>• l'obiettivo per l'adeguamento di tali sistemi è stato fissato al 30 settembre 1999 |
| **Sistemi e applicazioni NON-MISSION CRITICAL** |
| • sono quei sistemi o applicazioni che non rientrano nel caso precedente |

**Tabella 3** *Definizione di mission critical.*

### *3.8 Monitoraggio e controllo*

Alla fine del 1998 in Telecom Italia è stato costituito un Gruppo di Lavoro con l'obiettivo di: "verificare e assicurare lo svolgimento di tutte le attività necessarie al corretto funzionamento degli elementi di rete e dei sistemi e delle prestazioni di interfaccia verso i sistemi cliente e informativi rispetto all'Anno 2000".

Le principali attività del Gruppo di Lavoro sono state quelle di stimolare e coordinare la fase iniziale di censimento e inventario, di pervenire a una classificazione iniziale di sistemi, applicazioni, apparati censiti sulla base della loro incidenza o meno su processi aziendali centrali *(processi core)*, in modo da costituire un elenco ristretto di sistemi che presentavano criticità *(mission critical* - tabella 3).

Sono state approntate le linee guida di tipo tecnico e gestionale sugli interventi di adeguamento pervenendo così al consolidamento di una pianificazione sulle attività previste. Per inquadrare l'attività in aree omogenee di monitoraggio, che consentissero di seguire i dati di avanzamento, sono state individuate le macroaree contenute nella tabella 4. Il Gruppo di Lavoro - costituito con membri ciascuno dei quali rappresentante una linea tecnica - ha verificato con cadenza mensile gli scostamenti dell'avanzamento dei

| Aree di Monitoraggio | |
|---|---|
| 1 | centrali di commutazione |
| 2 | nodi e sistemi di rete intelligente |
| 3 | apparati distribuiti complementari alla commutazione |
| 4 | apparati di trasmissione |
| 5 | sistemi di supervisione, di controllo e di configurazione rete |
| 6 | sistemi di supporto e infrastrutturali |
| 7 | sistemi di reti dati e multimediali |

**Tabella 4** *Macroaree in cui è stata suddivisa l'attività.*

## PIANI DI CONTINGENCY - TROUBLE MANAGEMENT PER LA RETE COMMUTATA & LA TASSAZIONE [7]

### Analisi del trouble management

La definizione del Piano di Contingency ha riguardato l'individuazione dei possibili scenari di errore. Per ciascuna delle due aree di rischio relative ai processi di gestione dei disservizi *(trouble management)* della rete commutata e di tassazione *(charging)* sono state considerate le situazioni di possibili malfunzionamenti.

Per quanto riguarda i sistemi di commutazione, il trouble management prevede oggi che gli allarmi e i reclami, causati da malfunzionamenti delle centrali, siano gestiti in modo da ripristinare una funzionalità corretta dei sistemi di commutazione.

Quest'attività è svolta dai centri operativi della rete che hanno competenze e strumenti per la diagnosi e per l'eliminazione delle anomalie garantendo un presidio su base giornaliera (h 24) secondo turni predefiniti di supervisione. Nel caso di un malfunzionamento nei processi di diagnosi sui sistemi di commutazione, o in quelli di visualizzazione e di invio ai sistemi superiori di controllo, il personale addetto alla supervisione non sarebbe in grado di svolgere correttamente le attività di centrale.

Per quanto riguarda il processo di tassazione, esso prevede di generare i dati necessari alla fatturazione, la codifica su autocommutatore, l'invio ai sistemi di livello superiore, la formattazione e l'invio ai sistemi di fatturazione. Anche in questo caso un malfunzionamento della catena dall'autocommutatore al *CED (Centro di Elaborazione Dati)* porterebbe a gravi disservizi e all'impossibilità di individuare il valore relativo al costo delle comunicazioni e quindi di addebitarne l'importo alla clientela in misura corretta. La supervisione è gestita dagli stessi nuclei che operano nel trouble management.

Il Piano è stato quindi focalizzato in primo luogo su un'analisi dei possibili stati di crisi di seguito descritti.

*Trouble management della rete commutata*

- Mancata generazione di allarmi sui sistemi di commutazione numerici o analogici in presenza di un degrado della funzionalità del sistema.
- Impossibilità di gestire le funzioni di supervisione degli allarmi del *CEM (Centro di Esercizio e Manutenzione)*, per i sistemi numerici e dell'*OCSA (Operatore Centro Supervisione Allarmi)*, per quelli analogici.
- Malfunzionamenti del sistema di commutazione numerica con conseguente disservizio per la clientela, pur in presenza di una corretta generazione degli allarmi.

*Tassazione*

- Mancata generazione dei cartellini sui sistemi numerici o su unità periferiche *DANA (Documentazione Addebiti Numeri Analogici)*.
- Mancata raccolta dei cartellini su CEM per i sistemi numerici oppure sugli *EA (Elaboratore di Agenzia)*, dispositivi per la gestione dei contatori elettronici nelle centrali analogiche.
- Mancato invio al CED dei cartellini su CEM nel caso di sistemi numerici oppure su *SSCB (Sistemi di Supervisione e Controllo di Base)* nel caso di quelli analogici.

Il Piano si sviluppa attraverso una sequenza di azioni alcune delle quali avviate con molto anticipo rispetto alle date critiche.

### Azioni preventive

Le strutture di presidio individuate opereranno dai centri di esercizio normalmente attivi *CLR (Centri di Lavoro Rete)*, *CCA (Centro di Controllo di Area)* e *CSOT (Centri di Supervisione Operativa Territoriale)* e dai siti di assistenza tecnica dei costruttori, utilizzando le risorse normalmente a disposizione come i PABX su *GNR (Gruppo di Numerazione Ridotta);* connessioni normali o ISDN; linee di riserva su collegamenti dedicati; caselle di posta elettronica; fax e terminali cellulari in tecnologia TACS o GSM (in quest'ultimo caso con due gestori).

L'attuazione del Piano ha previsto l'acquisizione di almeno due terminali cellulari per ciascuna sede CSOT che impieghi la tecnologia GSM con schede TIM e Omnitel in alternativa alla rete privata virtuale, come ulteriore garanzia per il supporto alle comunicazioni. Sono stati acquistati nastri, cassette e dischi ottici per il back-up in modo da garantire i salvataggi di dati di documentazione necessari (tre supporti per ciascuno Stadio di Gruppo Urbano e CEM in funzione del sistema di back-up). Sono stati allestiti collegamenti d'emergenza tra le strutture territoriali e la direzione generale, nonché con le sedi dei fornitori. Sono stati individuati siti pilota rispettivamente per le tecniche di commutazione Italtel, Alcatel ed Ericsson dove saranno eseguite particolari procedure per verificare il funzionamento dei sistemi di commutazione, dei CEM e degli OCSA. In ogni sito pilota è stata individuata una coppia di impianti SGU e SGT di riferimento per ogni tecnica.

### Azioni di mitigazione del rischio e predisposizione dei presidi

Il Piano prevede di limitare tutte le funzioni di misura non necessarie per l'esercizio delle centrali ed il collegamento dei CEM verso altri sistemi. È stata costituita una struttura di presidio potenziato che prevede il supporto di primo e secondo livello da parte di ciascun fornitore. Si è provveduto inoltre a verificare la consistenze delle scorte ed a pianificare gli eventuali approvvigionamenti per eventuali esigenze che si manifesteranno nei primi mesi dopo l'Anno 2000.

Il Piano tende a garantire la fornitura di tutte le funzioni telefoniche di base (chiamata base con qualsiasi tipo di connettività; servizi telefonici supplementari; servizi di rete intelligente e di customer care, accesso ad altri operatori) senza alcuna esclusione in occasione del cambio di anno e di tutte le altre date critiche riportate nella tabella del riquadro di pagina 24.

Il Piano descrive tutte le procedure di intervento per il totale ripristino delle funzioni telefoniche di base e di documentazione degli addebiti entro il primo gennaio del 2000.

La strategia di Contingency prevede la redazione e l'applicazione di procedure per l'immediata verifica della funzionalità delle aree software critiche dei sistemi di commutazione numerica, dei CEM e dei DANA per poter richiedere l'intervento del costruttore. In parallelo i fornitori utilizzeranno tutte le informazioni ricevute dai Paesi in cui il cambio della data avverrà con qualche ora di anticipo rispetto all'Italia in modo da inserire correzioni a problemi che dovessero emergere nel passaggio al nuovo anno. Telecom Italia garantirà l'esecuzione di back-up completi dei sistemi interessati (autocommutatori numerici e CEM) entro il 31 dicembre e la sospensione di tutte le attività di modifica software e di configurazione nello stesso giorno, tranne l'attuazione di correzioni di emergenza. Le modalità di diagnosi e di risoluzione dei problemi costituiscono le procedure di esercizio e manutenzione in vigore, comprese nei "manuali di operatore" di ciascun sistema.

In presenza di malfunzioni non risolubili in tempi rapidi - entro le otto del mattino - l'Unita di crisi potrà decidere di arretrare la data di calendario sui sistemi numerici oppure sui CEM per il ripristino delle funzionalità di base mediante un dispositivo automatico in grado di modificare la data sui cartellini di documentazione.

Qualora non fossero disponibili le funzioni di supervisione dei sistemi da postazione remota saranno allertati i tecnici reperibili (disponibili secondo i normali presidi) per effettuare il monitoraggio degli impianti direttamente da stampante di sistema presso le singole sedi nelle quali sono installati i sistemi.

Il Piano di Contingency si attiverà alle venti circa del 31 dicembre (o di ciascun giorno che precede le altre date critiche), indipendentemente dal manifestarsi di particolari eventi. Solo l'informazione da parte delle strutture *Early Warning* dei costruttori farà scattare le attività di inserimento di correzioni di emergenza.

A partire da quel momento inizierà l'attività di recupero dei dati di documentazione dagli autocommutatori numerici e dai DANA, quella di messa fuori servizio temporanea dei sistemi e delle funzioni non essenziali per l'erogazione del servizio (ad esempio misure di traffico, prove di routine, rapporti di trend analysis), nonché dell'interruzione del dialogo con gli OSS superiori.

In caso di fallimento delle procedure di verifica o dell'insorgenza di funzionamenti anomali dei sistemi rilevati dalla diagnostica o dalle misure di *NTM (Network Traffic Management)* scatteranno tutte le azioni di ripristino previste dal Piano.

L'emergenza terminerà con l'eliminazione dell'inconveniente che ha generato il malfunzionamento ed il risultato delle prove successive di verifica. In casi assai limitati potranno essere eseguite procedure di parziale ripristino del servizio (ad esempio reinstradamenti per isolare un nodo in condizioni di malfunzionamento o per l'assegnazione di linee di emergenza a particolari utenze) in attesa della soluzione completa dei problemi manifestatisi oppure di attivare presidi locali per sopperire al mancato funzionamento dei sistemi di supervisione.

Il ripristino delle attività normali potrà avvenire dopo la rimozione di tutte le malfunzioni e la verifica della corretta funzionalità di tutti i processi correlati con quelli in analisi (fatturazione, ampliamenti, misure di traffico) con chiusura allo stesso tempo di tutti i presidi straordinari.



Il Centro di Controllo Nazionale di Telecom Italia.

lavori rispetto al programma iniziale sulla base di tre macrofasi dell'attività (sviluppo, collaudo e diffusione).

Questo controllo ha consentito di monitorare gli avanzamenti, sia dal punto di vista tecnico (ad esempio l'andamento dei collaudi), sia gestionale (ad esempio il controllo del corretto svolgimento delle adempienze contrattuali), sia anche economico (previsione del budget necessario per i singoli adempimenti; continuo monitoraggio delle modifiche di esigenze; avanzamento dei costi per le quote di attività già eseguite). Il monitoraggio periodico ha consentito di controllare le informazioni aggregate di avanzamento e di mettere in luce alcune criticità con apposite *schede di rischio*. Al verificarsi di eventi ritenuti anomali - o per ritardi temporali delle attività o per scostamenti di impegno finanziario rispetto alle previsioni di budget o per inattesi risultati negativi delle modifiche apportate dal fornitore - è stata approntata una scheda sulla quale sono stati riportati il rischio e una serie di azioni correttive da svolgere all'interno della Rete individuando i responsabili delle singole attività da eseguire e coinvolgendo, ove necessario, altre Funzioni aziendali interessate.

È stato, inoltre, realizzato un sito Web raggiungibile dal portale Rete dell'Intranet aziendale, per permettere di seguire all'interno dell'Azienda l'andamento delle attività del Programma Anno 2000 della Rete.

Come si è chiarito nell'articolo [1], sono state eseguite procedure analoghe dalla Funzione Informatica di Telecom Italia per tutti i sistemi e le applicazioni *legacy*, di supporto alla rete di telecomunicazioni.

*3.9 Piani di Contingency*

Oltre a eseguire le azioni correttive necessarie per adeguare i sistemi, le applicazioni e gli apparati, Telecom Italia ha definito, sviluppato e poi avviato un piano chiamato Piano di Contingency: esso consiste in un insieme di attività da svolgere seguendo una determinata sequenza in modo da gestire situazioni di emergenza provocate da malfunzionamenti attribuibili all'errata gestione ed elaborazione della data in seguito all'avvento dell'Anno 2000.

Il Piano della Rete è stato integrato con quelli definiti da altre Funzioni aziendali. Esso è stato poi completato con le informazioni relative all'identificazione dei responsabili e degli strumenti necessari alla sua attuazione. In particolare è stato perseguito l'obiettivo di assicurare la continuità dei processi aziendali centrali *(core)* con un livello di servizio accettabile e allo stesso tempo di rendere minime le conseguenze e la durata dei disservizi e di velocizzare infine le decisioni da prendere nel corso di situazioni di emergenza [1].

Per conseguire questi obiettivi, nella rete di Telecom Italia è stato individuato un "percorso" costituito da quattro fasi attraverso le quali si è articolata la messa a punto del piano:

- analisi del rischio;
- identificazione e definizione del Piano di Contingency;
- realizzazione e manutenzione del Piano di Contingency;
- simulazione e prova del Piano.

*La prima fase, l'analisi del rischio,* è stata orientata verso l'obiettivo di fornire gli elementi di priorità e di rischio necessari per identificare le aree su cui investire per definire i Piani di Contingency.

Gli elementi necessari per raggiungere questo obiettivo sono stati raccolti attraverso interviste effettuate ad esperti tecnici che hanno permesso di definire i singoli processi; i sistemi e le applicazioni a supporto degli stessi; il grado di rischio dei singoli processi rispetto all'Anno 2000 e, infine, l'attribuzione della priorità in base alle quali procedere per definire i piani per ognuno dei processi esaminati.

*La seconda fase ha permesso di identificare le differenti scelte di Contingency* per le diverse situazioni d'emergenza derivanti da errori legati all'Anno 2000; di definire poi le specifiche dei Piani di Contingency per queste diverse soluzioni e di fornire una stima di massima di costi e tempi legati alla realizzazione ad essi relativi.

In questa fase sono stati individuati, in particolare, gli scenari di errore in relazione sia a malfunzionamenti dei sistemi e degli apparati sia dell'infrastruttura legata alla Information Technology; sono stati poi identificati gli eventi legati al Piano di Contingency ed è stata, infine, definita la sequenza di attività costituenti il piano e le verifiche di responsabilità del tecnico incaricato di seguire questo piano.

*Nel corso della terza fase sono stati realizzati gli strumenti* (informatici, logistici e organizzativi) che permettono di attuare i Piani di Contingency approvati nella fase precedente.

In questa fase si è anche provveduto a definire le procedure operative previste nelle specifiche dei piani; a costituire i gruppi di riferimento; a coinvolgere le funzioni territoriali, attraverso un piano particolareggiato di comunicazione, nelle attività per il presidio e per l'attuazione dei piani; a svolgere i piani di formazione previsti e infine a definire le modalità di simulazione e di verifica dei piani.

*La quarta fase riguarda la verifica in campo del corretto funzionamento del Piano di Contingency* e degli strumenti di ausilio realizzati ad hoc.

Con quest'ulteriore esame approfondito si prevede di completare il Piano in modo da tenere conto delle indicazioni ricavate dall'attività di prova, dei rilievi legati alle attività di adattamento dei sistemi e delle applicazioni all'Anno 2000 e (forse soprattutto) della presenza di eventuali nuovi rischi o problemi che emergeranno dall'insieme di queste indagini.

Telecom Italia ha individuato e poi descritto oltre quindici processi definiti critici nell'erogazione dei servizi. Per ciascuno di essi è stato messo a punto il Piano di Contingency. Si è così provveduto a realizzare le soluzioni alternative che permetteranno il ripristino di condizioni di funzionamento normali, riducendo in questo modo al minimo l'eventuale degrado del servizio e il conseguente disagio per gli utenti.

I Piani di Contingency hanno interessato sostanzialmente cinque macroprocessi fondamentali della Rete, che sono:

- gestione del servizio (o servizi) della rete commutata, trasmissiva e dati;
- fornitura dei circuiti e dei servizi di fonia;
- gestione dinamica del traffico;

- tassazione;
- esercizio e manutenzione dei sistemi di alimentazione e di condizionamento.

Per quanto riguarda la gestione di eventuali disservizi della rete sono stati affrontati gli aspetti relativi a blocchi eventualmente riguardanti il funzionamento degli impianti di commutazione, di rete intelligente, della rete dati, dei sistemi trasmissivi e di quelli relativi alla supervisione e al controllo degli impianti. Sono state perciò approntate soluzioni mirate a garantire il funzionamento corretto degli impianti anche senza l'ausilio dei sistemi di gestione. È stata anche prevista una soluzione di emergenza sugli impianti di commutazione, che riguarda la retrodatazione in questi impianti, in modo che in caso di funzionamento anomalo possa essere ripristinata la situazione precedente garantendo comunque la continuità del servizio di base.

Il Piano di Contingency per la "fornitura di circuiti e servizi di fonia" ha riguardato la ricerca di soluzioni in grado di evitare il blocco dell'intero processo di fornitura puntando, per un periodo di tempo contenuto, a soddisfare tutte le richieste della clientela in tempi non eccessivamente diversi da quelli standard.

Il Piano di Contingency per la "gestione dinamica del traffico" è invece relativo alle attività idonee a garantire il controllo del traffico, anche in caso di malfunzionamenti dei sistemi di supporto alle decisioni attraverso l'introduzione di procedure *ad hoc* direttamente sugli autocommutatori.

Il Piano di Contingency per la "tassazione" mira a salvaguardare l'integrità dei dati relativi agli addebiti delle chiamate qualora la catena dei sistemi introdotti per gestire questa funzione dovesse presentare qualche anomalia di funzionamento; a questo scopo sono state messe a punto procedure straordinarie di salvataggio dei dati e di rielaborazioni di eventuali disallineamenti degli stessi.

Il Piano di Contingency per "l'esercizio e la manutenzione dei sistemi di alimentazione e condizionamento" ha individuato misure preventive atte da un lato ad escludere eventuali impatti sui sistemi di alimentazione e condizionamento e dall'altro a garantire un funzionamento corretto delle apparecchiature necessarie ad assicurare la continuità di alimentazione degli impianti (nei limiti variabili da alcune ore ad alcuni giorni) in caso di mancanza di energia elettrica.

### *3.10 Modello organizzativo in emergenza*

Per poter attuare i Piani di Contingency, Telecom Italia ha predisposto una struttura organizzata in grado di affrontare eventuali situazioni di emergenza nel caso di presenza di malfunzionamenti generalizzati su sistemi, applicazioni, apparati di rete la cui causa sia da ricondursi al passaggio all'Anno 2000.

La struttura ha l'obiettivo di gestire e di coordinare gli interventi delle strutture operative in caso di emergenza e inoltre di consentire la circolazione delle informazioni degli eventuali disservizi sia tra le strutture coinvolte nei Piani di Contingency sia verso Enti esterni all'Azienda.

Il modello organizzativo adottato per la gestione delle situazioni di crisi Anno 2000 prevede l'utilizzo di alcune strutture e di gruppi operativi: una Unità di crisi aziendale, alcuni gruppi operativi di pronto intervento, denominati *SWAT Team (Special Weapon ATtack Team)* e un centro di sorveglianza *(focal point)*.

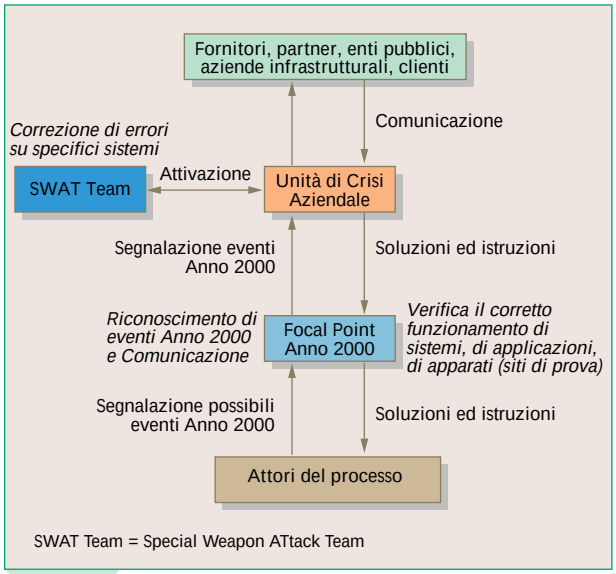



**Figura 1** *Attività relative alle strutture operative territoriali operanti all'interno o fuori dalla Rete.*

L'Unità costituita per gestire le situazioni di crisi è indirizzata a obiettivi decisionali e di comunicazione; gli SWAT Team sono orientati verso compiti operativi, mentre a livello territoriale nei *CSOT (Centri di Supervisione Operativa Territoriale)* o in organi centralizzati quali il *CCN (Centro di Controllo Nazionale)*, il *CNS (Centro Nazionale di Supervisione)*, il *CNRI (Centro Nazionale di Rete Intelligente)* sono state individuate le risorse e le strutture, denominate focal point, in grado di filtrare le eventuali segnalazioni dal territorio e di smistare le comunicazioni che provengono dai centri decisionali. Esse effettuano anche, a partire dall'istante di passaggio al nuovo millennio, un'attività di verifica sul corretto funzionamento di sistemi di applicazioni di apparati e comunicano il risultato delle verifiche all'Unità di crisi Aziendale in modo da consentire l'eventuale avvio del piano di emergenza.

In questo contesto gli attori dei processi, coincidenti in alcuni casi con i focal point, sono le strutture normalmente chiamate a svolgere il processo e che in caso di emergenza devono operare secondo modalità straordinarie messe a punto e descritte in ogni singolo Piano di Contingency.

Nel modello, riportato nella figura 1, sono rappresentate le attività relative alle strutture operative territoriali della Rete e non; a questo scopo è stato aumentato il numero di tecnici che operano presso i siti di norma già presidiati (ad esempio: CSOT, CCN) e sono stati previsti presidi straordinari per alcune strutture operative normalmente non presidiate nel *CLR (Centro di Lavoro Rete)* o nel *CLGRA (Centro di Lavoro Gestione Rete di Accesso)* per l'intero arco giornaliero (presidio di 24 ore).

In questo modello organizzativo i tecnici della rete opereranno congiuntamente ai tecnici delle ditte fornitrici con le quali sono stati raggiunti accordi di assistenza, tesi a garantire con tempestività un supporto tecnico-specialistico in caso di disservizi.

## 4. Conclusioni

La Rete ha censito oltre centonovanta tra sistemi, applicazioni e famiglie di apparati ed ha elencato diverse centinaia di componenti degli stessi. Ha anche predisposto e portato a termine interventi correttivi su un centinaio di sistemi, mentre per la restante parte ha rilevato che non sono necessari interventi in quanto questi sistemi sono già compatibili; per un piccolo sottoinsieme (circa l'8 per cento) ha invece provveduto alla dismissione. Le attività svolte in questo processo di adeguamento hanno coinvolto tutte le funzioni centrali e territoriali della Rete: dalla pianificazione alla ingegnerizzazione, all'esercizio con la diffusione in campo delle soluzioni individuate e collaudate.

Il risultato dello sforzo prodotto, come descritto nell'articolo, è stato raggiunto nei tempi previsti secondo i parametri di qualità tipici della Rete. La consapevolezza dell'impegno e della professionalità profuse al fine di affrontare l'evento Anno 2000 senza inconvenienti, ci rende realisticamente fiduciosi di avere ridotto considerevolmente l'eventualità di disservizi connessi principalmente al passaggio al nuovo millennio e all'attraversamento delle altre date ritenute critiche per le reti di telecomunicazioni.

*La biografia di Antonio Napolitano è riportata a pagina 16.*



*Alessandro Paoli* è nato a Firenze e si è laureato nel 1995 in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi di Firenze con una tesi sperimentale relativa allo sviluppo di tecniche di riconoscimento d'immagini mediante algoritmi non supervisionati a logica fuzzy. Per un anno ha collaborato con l'Ateneo fiorentino nell'ambito del Progetto Finalizzato Trasporti II del C.N.R., Centro Nazionale Ricerche, dell'Università di Fisica. In tale attività si è impegnato nello sviluppo di software real-time per il controllo automatizzato del traffico autostradale. Durante il 1996 ha lavorato presso l'Amministrazione Comunale di Firenze, nel Settore Informatica, nell'ambito del Progetto Obiettivo "La Rete Civica Fiorentina" in qualità di analista di sistema, system administrator e webmaster. Dal 1997 lavora in Telecom dove è stato impegnato nell'industrializzazione di sistemi di supporto al processo di Network Creation. Durante il 1998 si è occupato anche delle problematiche di Sistema Qualità del settore d'appartenenza, curando la revisione degli specifici processi operativi e assicurando l'applicazione delle norme ISO 9001. Dalla fine del 1998 coordina un Gruppo di Lavoro nell'ambito della Rete avente l'obiettivo di guidare e assicurare il corretto svolgimento di tutte le attività di adeguamento all'anno 2000 di sistemi informatici, applicazioni e impianti della Rete di Telecom Italia. Nell'ambito di tale attività è membro rappresentante della Rete nel Team aziendale di coordinamento per il problema Anno 2000 ed ha partecipato ai comitati aziendali, interaziendali e ministeriali sullo specifico tema.

## Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| ACN | AutoCommutatori Numerici |
| CCA | Centro di Controllo di Area |
| CCN | Centro di Controllo Nazionale |
| CED | Centro di Elaborazione Dati |
| CEM | Centro di Esercizio e Manutenzione |
| CLGRA | Centro di Lavoro Gestione Rete di Accesso |
| CLR | Centro di Lavoro Rete |
| CNRI | Centro Nazionale di Rete Intelligente |
| CNS | Centro Nazionale di Supervisione |
| CSOT | Centri di Supervisione Operativa Territoriale |
| GNR | Gruppo di Numerazione Ridotta |
| DANA | Documentazione Addebiti Numeri Analogici |
| EA | Elaboratore di Agenzia |
| ITU | International Telecommunication Union |
| OCSA | Operatore Centro Supervisione Allarmi |
| SSCB | Sistemi di Supervisione e Controllo di Base |
| SWAT Team | Special Weapon ATtack Team |

## Bibliografia

[1] Napolitano, A.; Santi, S.: *Un grande appuntamento con il tempo: il passaggio all'anno 2000 nelle TLC.* Su questo stesso numero del "Notiziario Tecnico Telecom Italia".

[2] Utsumi, Y.: *ITU Y2K Task Force Year 2000 Guide.* International Telecommunication Union, "http://www.itu.int/", Ginevra, 1999.

[3] Task Force sui Piani di Contingency - Team di coordinamento Telecom Italia "Progetto Anno 2000": *Piani di Contingency Anno 2000: Approccio metodologico.* Funzione Informatica, Roma, 1999.

[4] Task Force sui Piani di Contingency - Team di coordinamento Telecom Italia "Progetto Anno 2000": *Piani di Contingency Anno 2000: Organizzazione in emergenza.* Funzione Informatica, Roma, 4 Novembre 1999.

[5] Task Force sui Piani di Contingency - Team di coordinamento Telecom Italia "Progetto Anno 2000": *Piani di Contingency Anno 2000: Elementi di Organizzazione in emergenza.* Funzione Informatica cod. DTY2CP08, Roma, 4 Novembre 1999.

[6] Napolitano, A.; Paoli, A.: *Progetto Anno 2000: Linee guida Piani di Contingency.* Funzione Rete cod. DRESSTEAM99008, Roma, 7 settembre 1999.

[7] Lepri, G.; Mantione, S.V.: *Specifiche per il piano di contingency per il trouble management CX e charging.* Funzione Rete cod. DRECSTEST99001, Roma, 26 agosto 1999.

[8] Paoli, A.; Napolitano, A.; Muzii, L.: "http://10.10.16.23/", *Sito Intranet "Anno 2000" della Funzione Rete.*

ADSL

# L'opportunità di business ADSL per i gestori di telecomunicazioni

**PAOLO DAL BONO**
**BRUNO G. PENNESTRÌ**

*La tecnologia ADSL permette, ai gestori di telecomunicazioni di rete fissa, di estendere il potenziamento della capacità di trasporto della rete anche nel segmento tradizionalmente più critico: l'accesso. Questa tecnologia presenta due punti di forza che la rendono di grande interesse: consente il trasporto asimmetrico ad elevata velocità dell'informazione, particolarmente adatto per il mercato dell'Internet ad alta velocità (la Fast Internet), ritenuto in grado di sviluppare volumi significativi; inoltre, a differenza di altre tecnologie, può essere inserita in rete in maniera selettiva, sia in termini di aree servite sia di clientela e permette così di contenere i costi di installazione e, più in generale, di limitare il rischio d'impresa.*

*L'articolo presenta un'analisi dei principali aspetti relativi a questa tecnologia, mostrando quale sia il contributo atteso in termini di Creazione di Valore per le Aziende. Sono quindi riportate informazioni sulle iniziative di diffusione dei servizi ADSL da parte di Telecom Italia e dei principali gestori europei.*

## 1. Introduzione

Le reti telefoniche sono state originariamente concepite per il trasporto commutato del segnale fonico. Questo obiettivo è stato conseguito da parte dei gestori delle reti di telecomunicazioni con la posa di reti di distribuzione in rame che in passato dovevano unicamente assicurare la connessione fisica punto-punto dei telefoni privati o pubblici con le centrali elettromeccaniche di commutazione telefonica. La penetrazione progressiva del servizio telefonico ha poi pilotato e stimolato nel tempo la crescita e la diffusione capillare, in ambito urbano e rurale, delle suddette reti, il cui utilizzo è rimasto comunque confinato per alcuni decenni al solo trasporto fonico.

L'avvento della tecnologia a semiconduttore negli anni Settanta ha consentito successivamente lo sviluppo e la progressiva affermazione delle tecniche e delle tecnologie numeriche di elaborazione e trasmissione dell'informazione. La disponibilità e la diffusione di elaboratori, dai "Mainframe" ai personal computer, con capacità di elaborazione sempre crescenti ed a prezzi sempre più contenuti, hanno favorito e allo stesso tempo stimolato lo sviluppo dell'Information Technology, promuovendo l'informatizzazione delle aziende produttrici di beni e di servizi, delle Università, degli Istituti di ricerca e dei diversi settori della Pubblica Amministrazione. Si sono così delineate esigenze sempre più generalizzate e crescenti di trasporto di dati, catalizzate in tempi recenti anche dal vertiginoso successo di Internet e della tecnologia IP.

Il tasso globale di crescita delle esigenze di trasporto di dati è talmente elevato da lasciar prevedere che la richiesta supererà quella della fonia intorno all'anno 2002 (figura 1).

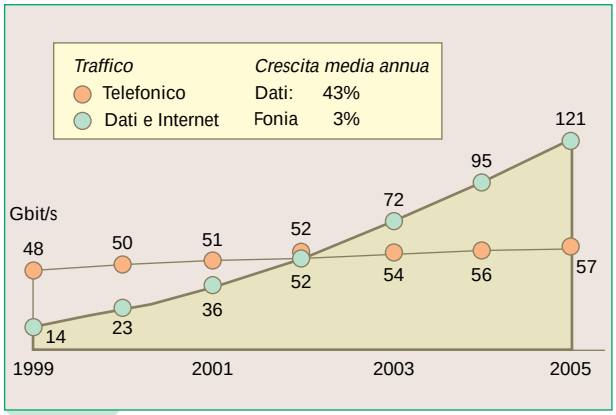


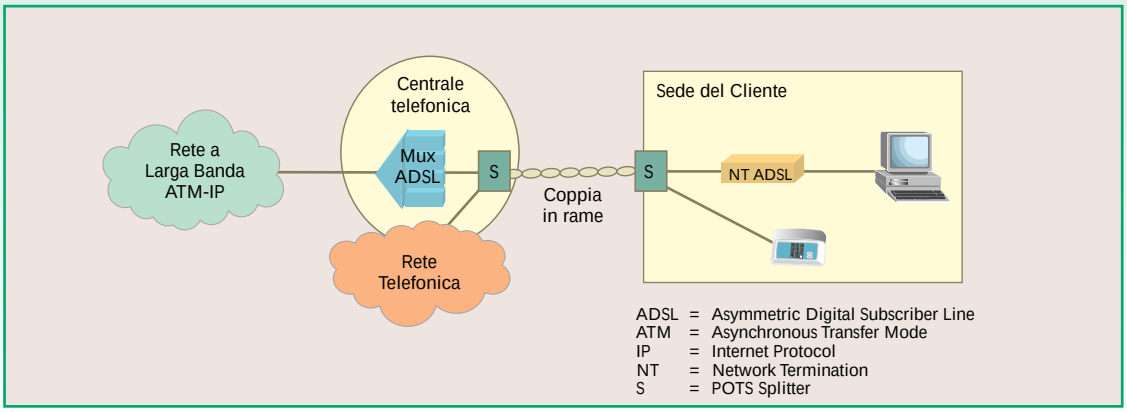

**Figura 1** *Esigenze complessive del mercato italiano.*

Nell'ultimo ventennio i gestori - con il supporto delle aziende fornitrici di apparati - hanno continuamente cercato di rispondere in maniera pronta alle mutevoli e variegate esigenze di comunicazione, attraverso un costante adeguamento tecnologico dei

## ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

**Il sistema ADSL permette la trasmissione, su una singola coppia simmetrica in rame, di:**

- **un canale dalla rete al cliente (downstream) con capacità fino a circa 8 Mbit/s;**
- **un canale dal cliente verso la rete (upstream) con capacità fino a circa 640 kbit/s;**
- **un segnale di telefonia analogica (300-3400 Hz) ed uno di teleconteggio (12 kHz), mediante l'impiego di un POTS splitter.**




*Schema di principio dell'accesso ADSL.*

sistemi e delle reti. Il trasporto trasmissivo, originariamente basato sull'impiego di tecniche analogiche e di portanti coassiali, è stato rapidamente numerizzato, aumentandone livelli di capacità, modularità, qualità, affidabilità ed esercibilità, attraverso l'impiego dei portanti ottici e l'introduzione dei sistemi trasmissivi numerici, prima *PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)* poi *SDH (Synchronous Digital Hierarchy)* ai quali oggi si aggiungono i sistemi a divisione di lunghezza d'onda *WDM (Wavelength Division Multiplexing)*.

La commutazione è parimenti evoluta nello stesso arco temporale da analogica a numerica, consentendo sia l'innalzamento dei livelli di qualità del servizio telefonico di base, sia la possibilità di integrarne l'offerta con quella più ricca dei servizi supplementari. A partire dalla fine degli anni Ottanta, attraverso l'introduzione delle prestazioni ISDN negli autocommutatori e nelle terminazioni d'utente, le reti telefoniche hanno anche acquisito la capacità di fornire simultaneamente a uno stesso cliente più canali numerici commutati, in grado di trattare indistintamente sia la fonia che la trasmissione di dati, attraverso la medesima coppia di rame della rete di distribuzione.

Alla commutazione di circuito - caratteristica delle reti telefoniche tradizionali - si sono poi progressivamente affiancate le tecnologie di commutazione a pacchetto che hanno consentito ai gestori di rispondere in modo specifico alle richieste di trasporto di dati provenienti dalla clientela affari. Sono state introdotte quindi le reti a commutazione di pacchetto X.25 (per velocità fino a 64 kbit/s), poi quelle Frame Relay (in genere per velocità fino a 2 Mbit/s), e in alcuni Paesi reti *SMDS (Switched Multi-megabit Data Service* - in grado di consentire di trasmettere dati senza connessione fino a velocità di cifra di 25 Mbit/s). Si è così giunti, nella seconda metà degli anni Novanta, alle reti a commutazione di cella ATM, capaci di trattare, in modo integrato, flessibile e con qualità differenziata, il trasporto di qualunque tipo di informazione (fonica, video, di dati, multimediale), sia direttamente sia, ad esempio, "annidata" nei pacchetti del diffusissimo e duttile protocollo IP, con velocità d'accesso verso il cliente e di trasporto in rete che può raggiungere - e potenzialmente superare - i 622 Mbit/s.

Questa tendenza ha stimolato nel tempo l'esigenza per i gestori di adeguare anche i livelli di capacità e di qualità della rete d'accesso ai differenti tipi di servizi offerti dalle reti di telecomunicazione.

Le soluzioni adottate finora generalmente per l'accesso a media o ad alta velocità prevedono l'impiego di tecniche di trasmissione numerica, tipo *HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line)*, sulle coppie in rame della rete di distribuzione, oppure la posa ad hoc della fibra ottica dalla centrale fino alla sede del cliente.

Entrambe le soluzioni presentano tuttavia limiti tecnico-economici che ne riducono l'applicabilità alle esigenze della generalità della clientela: le soluzioni HDSL oggi disponibili non risultano idonee al trasporto combinato del servizio telefonico tradizionale e di servizi Internet per la clientela residenziale. Le soluzioni d'accesso in fibra ottica, benché possano consentire velocità di cifra molto più elevate dei fabbisogni oggi immaginabili per qualsiasi tipo di cliente, comportano per la loro realizzazione ed il loro impiego investimenti e costi che possono essere sostenuti a fronte di ritorni economici compatibili solo

con i volumi di traffico fonico e di dati sviluppati da un cliente affari medio-grande.

In tempi recenti è stata resa disponibile, con l'avvento della tecnologia A*DSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)*, una soluzione alternativa che consente di superare le limitazioni sopra descritte.

Questa tecnologia, infatti:

- consente, in modo facile ed economico, di integrare il trasporto del segnale telefonico e di dati in rete di distribuzione su un'unica coppia in rame, pur non richiedendo un'integrazione analoga nel segmento di commutazione della rete;
- permette il trasporto asimmetrico di flussi con velocità di cifra elevati (fino a circa 8 Mbit/s) dalla rete verso il cliente e con velocità più contenuta (fino a 640 kbit/s) dal cliente verso la rete, idoneo ad esempio al trasporto dell'informazione relativa alle applicazioni Internet e Fast Internet;
- è compatibile con i formati e con i protocolli utilizzati anche per il trasporto di dati su lunghe distanze (ad esempio con quelli ATM);
- ha un costo per linea che già oggi può essere contenuto entro livelli compatibili con l'offerta di servizi rivolti alla clientela residenziale e, allo stesso tempo, richiede investimenti in buona parte modulari rispetto alla clientela incrementale da servire. Presenta perciò buone caratteristiche di "scalabilità".

La tecnologia ADSL apre dunque prospettive interessanti per i gestori di telecomunicazioni oggi in possesso di reti di accesso in rame per l'opportunità che essi hanno di rivalorizzarla, soddisfacendo e catalizzando allo stesso tempo, in maniera economicamente sostenibile, le esigenze di un mercato in sensibile evoluzione.

Telecom Italia ha avviato nel 1993 le prime sperimentazioni tecniche di questa nuova tecnologia e nel 1998 ha avviato la prima iniziativa tecnico-commerciale basata su servizi dati con accesso in tecnica ADSL per la clientela affari. Nel Duemila, Telecom Italia consoliderà in modo sostenuto le proprie iniziative nel business ADSL attraverso un'offerta commerciale all'ingrosso *(WholeSale)* finalizzata alle esigenze degli operatori Internet - tra i quali è compreso anche TIN - che potranno utilizzarla per dare impulso e diffusione ai servizi Fast Internet per la propria clientela affari e residenziale; allo stesso tempo, manterrà e consoliderà un'offerta commerciale di servizi evoluti rivolta alla propria clientela affari per l'accesso ai servizi di dati ed a Internet.

In questo articolo, dopo una breve premessa sullo scenario di mercato e sulle alternative tecnologiche disponibili, sono delineate le principali implicazioni economiche e finanziarie della scelta ADSL, riportando vantaggi, opportunità e punti di attenzione. Viene quindi offerta una panoramica che permette di confrontare le iniziative e le prospettive in ambito ADSL presso i principali gestori di telecomunicazioni di altri Paesi focalizzando infine l'attenzione sulle iniziative già intraprese o in fase di avvio in Telecom Italia.

Per approfondimenti sugli aspetti tecnici riguardanti la tecnologia ADSL si rimanda all'articolo già pubblicato su questa stessa rivista [1] nel quale sono trattate anche le possibili modalità di impiego per la fornitura di servizi interattivi e all'articolo [2] in cui sono descritte, più in generale, le diverse tecniche di trasmissione x-DSL.

## 2. Evoluzione del mercato e della tecnologia

### *2.1 Esigenze del mercato*

I principali stimoli al potenziamento della capacità di trasporto nelle reti d'accesso possono essere individuati nella diffusione e nell'evoluzione di Internet e, più in generale, nello sviluppo della comunicazione di dati e multimediale.

Negli ultimi anni la rete Internet ha mutato rapidamente la propria connotazione iniziale passando da mezzo di sola comunicazione a mezzo d'informazione, promozione, intrattenimento fino a diventare in tempi più recenti anche veicolo per le applicazioni del commercio elettronico [3] e per lo scambio di documentazione con validità legale. Questo scenario in rapida evoluzione, oltre a favorire la crescita incessante del numero di utilizzatori di Internet, stimola continuamente l'arricchimento dei contenuti trasportati e resi disponibili ai clienti: le pagine WEB crescono in complessità e, con la diffusione della promozione pubblicitaria e l'avvento del commercio on-line, trova terreno di sviluppo la consultazione interattiva di cataloghi multimediali. Queste applicazioni così come tutte quelle Internet finalizzate al reperimento da siti remoti di informazioni di qualunque genere (ad esempio testuale, grafica, multimediale, software) presentano la caratteristica di richiedere comunicazioni di tipo asimmetrico ovvero capacità di trasporto relativamente contenute nel verso dall'utilizzatore alla sorgente e assai più elevate nel verso contrario. Ulteriori applicazioni che presentano questa caratteristica e che potrebbero trovare a breve un riscontro d'interesse presso la clientela sono quelle dei servizi video interattivi quali, ad esempio, il Video On Demand. È dunque prevedibile una sempre più diffusa crescita della banda richiesta a livello di accesso per il trasferimento dei contenuti dalle sorgenti verso gli utilizzatori finali.

Nell'ambito della clientela prettamente affari, soprattutto di quella di tipo *PMI (Piccole Medie Imprese)*, sembra essere oggi presente una domanda latente di comunicazione di dati ad alta velocità ancora inespressa, a causa degli alti costi delle soluzioni finora disponibili, per l'accesso a media e ad alta velocità, nelle reti dei gestori di telecomunicazioni. Ad alimentare questo fabbisogno contribuiscono sia applicazioni tipicamente simmetriche quali l'interconnessione di LAN per Intranet aziendali e la videoconferenza, sia applicazioni asimmetriche quali ad esempio l'accesso ad alta velocità a Internet, il collegamento a server multimediali per usi professionali, il collegamento da postazioni remote a una sede centrale (sede Corporate), la videosorveglianza a distanza.

Le esigenze di comunicazione, correlate all'uso via via sempre più diffuso delle applicazioni dati e multimediali ad alta velocità, possono trovare oggi una risposta adeguata, in termini tecnici e di convenienza economica, nell'impiego da parte dei gestori della

tecnologia trasmissiva ADSL sulla propria rete di distribuzione in rame. Sia per le applicazioni asimmetriche ad alta velocità che per quelle simmetriche a velocità inferiore, la tecnologia ADSL costituisce una soluzione oggi tecnicamente impiegabile con costi contenuti per la clientela affari - rispetto alle altre soluzioni disponibili - e, allo stesso tempo, sostenibili per la clientela residenziale con requisiti di accesso veloce e prolungato a Internet.



Postazione con terminazione ADSL in un ambiente residenziale.

ADSL è una delle tecnologie x-DSL già disponibili o previste nel breve termine per realizzare la trasmissione numerica su coppia in rame e che, per le prestazioni offerte e per le caratteristiche di costo, e quindi per ambito di applicazione, possono essere considerate tra loro complementari. Occorre tuttavia sottolineare che, nel proprio ambito applicativo, ADSL non sarà l'unica soluzione disponibile sul mercato in grado di soddisfare esigenze di comunicazione di dati ad alta velocità su larga scala, a costi relativamente contenuti. Tecnologie alternative su cavo coassiale, via satellite o con portante radio, sono già in via di diffusione da parte di alcuni operatori europei e degli Stati Uniti. Il prossimo paragrafo presenta una panoramica delle soluzioni ADSL, delle varianti x-DSL e delle tecnologie alternative sopra menzionate, allo scopo di caratterizzare gli ambiti tipici di applicabilità ed i possibili pro e contro di ciascuna di esse.

### *2.2 I competitor tecnologici dell'ADSL*

Le coppie in rame costituenti le reti di distribuzione, progettate per fornire il servizio telefonico, hanno una capacità potenziale di trasporto assai superiore a quella richiesta dalla sola fonia.

Le conversazioni foniche, trasportate in tecnica analogica su una coppia in rame, utilizzano infatti una porzione dello spettro situata sotto i 4 kHz, ben inferiore alla banda disponibile che in una coppia può superare, in condizioni ottimali, anche la decina di MHz. La possibilità di utilizzare una porzione molto maggiore della banda fonica è stata permessa negli ultimi due decenni dall'introduzione di tecniche numeriche di trasmissione su coppia in rame che hanno dato vita ad una famiglia di prodotti, in parte già disponibile e in parte prevista nel prossimo futuro, genericamente indicata con *x-DSL (Digital Subscriber Line)* e descritta in [2].

Queste tecniche prevedono in genere l'impiego di una coppia di modem (specializzati per tipo di tecnica) posti ad entrambe le estremità di una o più coppie in rame e situati rispettivamente nella sede del cliente e in centrale. Le diverse tecniche numeriche hanno caratteristiche, campi di applicabilità e prestazioni differenti che dipendono, tra l'altro, dalla lunghezza, dalle caratteristiche e dalla qualità delle coppie in rame su cui esse sono utilizzate.

Se si procede in ordine quasi cronologico di apparizione, l'insieme dei sistemi numerici per coppie in rame comprende:

- L'*IDSL (Integrated Services Digital Network Digital Subscriber Line)* che, su una singola coppia e su distanze fino a circa 5,5 km, permette la trasmissione simmetrica di un flusso numerico di 160 kbit/s. Questo sistema è impiegato per fornire l'accesso base ISDN costituito da due canali "canali B" a 64 kbit/s per fonia o dati o video e un canale "canale D" a 16 kbit/s per i dati e per la segnalazione.
- L'*HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line)* che, su due coppie in rame e per distanze non superiori ai 3÷4 km, permette il trasporto di servizi basati sul primo livello della gerarchia plesiocrona, europea a 2 Mbit/s (E1) o americana a 1,5 Mbit/s (T1). Applicazioni tipiche sono: le linee affittate a 2 Mbit/s di tipo strutturato e non e quelle a Nx64 kbit/s, utilizzate per i collegamenti diretti tra le sedi di clienti (ad esempio per la realizzazione di reti private) oppure per l'accesso alle reti dati pubbliche; collegamenti verso stazioni radio base; accesso primario ISDN; interconnessione di LAN su brevi distanze. I modem HDSL non consentono di realizzare sullo stesso portante fisico una linea telefonica analogica o ISDN base.
- L'*ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)* che, su una coppia in rame, consente di trasmettere contemporanente un segnale telefonico analogico[1], un flusso di dati ad alta velocità verso il cliente dalla centrale e, attraverso questa, dalle sorgenti d'informazione (flusso downstream) ed un flusso dati a velocità inferiore in senso contrario (flusso upstream). La trasmissione downstream può raggiungere gli 8 Mbit/s; quella upstream i 640 kbit/s.

*(1) È stata standardizzata anche la soluzione "ADSL over ISDN" che consente il trasporto in banda base del segnale ISDN BRA (ISDN Basic Rate Access) in luogo del canale telefonico analogico. La porzione di spettro utilizzabile per i segnali ADSL, in questo caso, è inferiore rispetto a quella ADSL con diramatori POTS (splitter) e la capacità trasmissiva del sistema risulta conseguentemente più ridotta (di circa il 10 per cento).*



Installazione di un filtro ADSL presso la sede di un cliente.

Queste prestazioni, ottenibili su distanze non superiori a circa 4 km, decrescono con l'aumentare della lunghezza dei portanti, in funzione della qualità da essi presentata e dei disturbi su di essi generati da possibili segnali interferenti oppure da derivazioni presenti nei cavi della rete di distribuzione (ad esempio negli armadi di ripartizione).
Sui modem ADSL è possibile abilitare una funzione di adattamento in grado di adeguare in modo automatico la massima velocità trasmissiva alle condizioni della linea.
Nelle offerte commerciali iniziali le velocità downstream tipiche variano da 256 kbit/s a 2,3 Mbit/s, quelle upstream tra 16 kbit/s e 400 kbit/s. Il disaccoppiamento tra fonia e flussi unidirezionali downstream e upstream è attuato alle estremità della coppia in rame in centrale e nella sede del cliente attraverso un dispositivo passivo con funzione di filtro passa basso, *POTS (Plain Old Telephone Service) Splitter*, che separa la fonia dai due flussi unidirezionali su uscite distinte. Nella sede del cliente queste uscite sono collegate, rispettivamente, la prima al terminale telefonico e l'altra alla terminazione ADSL, dotata di filtro passa alto; a questa seconda terminazione è collegato il terminale a larga banda del cliente (ad esempio un PC) tramite interfacce dati (quali quella Ethernet 10BaseT, quella ATM a 25 Mbit/s oppure quella USB-Universal Serial Bus). Un altro POTS splitter posto in centrale, all'altra estremità del doppino assegnato al cliente, provvede a separare il segnale telefonico su un'uscita collegata ad un'interfaccia POTS dell'autocommutatore locale, dai segnali dati che sono invece inviati ad una delle terminazioni ADSL di un apparato (Mux ADSL o DSLAM) che ha anche la funzione di multiplare l'insieme dei segnali ricevuti dalle suddette terminazioni verso la rete di trasporto.
L'accesso lato cliente può essere realizzato, in alternativa, adottando in luogo della configurazione sopra indicata, detta a "POTS splitter concentrato", una configurazione a "POTS splitter distribuito". In questo caso è inserito un filtro passa basso in corrispondenza di ogni presa telefonica dell'impianto domestico alla quale sia connesso un apparecchio telefonico. Questa configurazione consente di installare una terminazione ADSL - con filtro passa alto integrato - su una qualsiasi delle prese telefoniche senza la necessità di costruire un cablaggio apposito tra il diramatore POTS e la terminazione ADSL e senza quindi richiedere un intervento di personale tecnico presso la residenza del generico cliente. L'adozione di questa soluzione comporta però qualche svantaggio, e in particolare la riduzione delle prestazioni del collegamento ADSL, in funzione delle caratteristiche e della qualità dell'impianto domestico.
Tra le applicazioni tipiche di ADSL si possono indicare l'accesso a Internet ad alta velocità, l'accesso remoto a sedi "Corporate" e applicazioni video e multimediali con richiesta di trasmissioni in tempo reale, tra le quali, ad esempio il lavoro cooperativo a distanza, l'insegnamento a distanza, il Video On Demand, i giochi interattivi.
Il costo per linea ADSL, che risponde ai requisiti fin qui delineati, è già oggi sensibilmente inferiore a quello di una linea HDSL.

- La *G.Lite* è una versione meno costosa e più semplice dell'ADSL, che consente di attestare un modem ADSL direttamente a una qualsiasi delle prese telefoniche disponibili nell'impianto della residenza del cliente senza l'utilizzo di filtri di separazione. La soluzione G.Lite opera ad una velocità inferiore rispetto ad ADSL, limitata attorno a 1,5 Mbit/s, e risulta idonea per servizi di tipo *best effort* (e quindi con qualità non garantita). Non è perciò utilizzabile, ad esempio, per servizi video di qualità elevata.
- L'*SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line)* è la versione evoluta del sistema HDSL in corso di standardizzazione: essa permetterà di trasportare un flusso PDH di tipo E1 (o T1) oppure un flusso dati (ad esempio su interfaccia Ethernet) su una singola coppia in rame con la possibilità di multiplare sullo stesso portante anche accessi POTS o ISDN base.
- Il *VDSL (Very high bit-rate Digital Subscriber Line*) è in corso di normalizzazione e consentirà trasmissioni asimmetriche a velocità superiori di quelle possibili con la tecnologia ADSL, ma con limiti assai più stringenti sulla lunghezza massima della coppia in rame utilizzata. Le velocità al momento previste prevedono valori downstream pari a 13, 26 o 52 Mbit/s su distanze massime rispettivamente di circa 1,4 km, 700 m e 300 m e per velocità upstream massime comprese nell'intervallo tra 1,6 e 4 Mbit/s. Sono previste anche opzioni di



Collegamento di un terminale ADSL.

trasmissione simmetrica su distanze più ridotte. Le applicazioni tipiche sono - oltre a quelle previste per l'ADSL - anche il trasporto di segnali televisivi ad alta definizione - ad esempio per l'*HDTV (High Definition TV)*. I requisiti previsti sulla massima lunghezza della coppia in rame comporteranno naturalmente la necessità di disporre di funzioni di raccolta e di multiplazione trasmissiva su fibra ottica in punti intermedi della rete di distribuzione.

La panoramica fin qui presentata mostra come le caratteristiche della tecnologia ADSL siano quelle che ora consentono di conferire all'attuale rete di distribuzione in rame prestazioni trasmissive adeguate ai requisiti tipici delle applicazioni caratterizzate da contenuti di tipo audio, video o multimediale e da interattività, assicurandone inoltre la coesistenza, sullo stesso portante, con il tradizionale segnale telefonico.

Il binomio tecnologico - ADSL, rete di distribuzione in rame - non costituisce tuttavia l'unica soluzione oggi disponibile o prevista a breve per realizzare comunicazioni dati asimmetriche ad alta velocità ed a

## CONFRONTO TRA L'ADSL E LE TECNOLOGIE CONCORRENTI

| | ADSL | Cable Modem | Satellite banda Ku | Satellite banda Ka | Sistema radio terrestre |
|---|---|---|---|---|---|
| Descrizione | Modem utilizzati per incrementare la velocità di trasmissione dati su reti di distribuzione in rame | Modem utilizzati per consentire la trasmissione dati su reti ibride con portante in fibra e coassiale (HFC) | Trasmissione diffusiva in banda Ku (12-14 GHz) da satelliti geostazionari con canale telefonico di ritorno per applicazioni Internet | Trasmissione diffusiva in banda Ku downstream (12-14 GHz) prevista da satelliti geostazionari con canale di ritorno via satellite in banda Ka (20-30GHz) | Trasmissione radio terrestre a larga banda |
| Servizi | • Servizi telefonici<br>• Trasmissione dati ad alta velocità<br>• Video On Demand | • TV via cavo<br>• Trasmissione dati ad alta velocità<br>• Servizi telefonici | • Accesso Internet<br>• Trasmissione dati di tipo diffusivo | • Accesso Internet<br>• Trasmissione dati di tipo diffusivo ad alta velocità | • Trasmissione dati ad alta velocità<br>• Interconnessione di LAN<br>• Servizi telefonici |
| Vantaggi | • Disponibilità capillare della rete in rame<br>• Significativa diminuzione dei prezzi dei modem<br>• Attestazione del singolo cliente realizzabile senza significativi sviluppi incrementali della rete d'accesso<br>• Più adatto, rispetto alla soluzione con Cable Modem per applicazioni con requisiti di sicurezza (servizi bancari on line) | • Negli Stati Uniti, avvento sul mercato della tecnologia Cable Modem in anticipo rispetto all'ADSL<br>• Negli Stati Uniti, tecnologia e servizio disponibili a prezzi inferiori rispetto alle prime offerte ADSL | • Infrastrutture satellitari già attive<br>• Base di clientela già disponibile per i servizi televisivi<br>• Accesso garantibile alla clientela remota | • Possibili velocità di trasmissione molto elevate | • Rete di accesso realizzabile con investimenti sensibilmente inferiori rispetto agli accessi in fibra<br>• Tempi di realizzazione fornitura contenuti |
| Svantaggi | • Velocità funzione della lunghezza e della qualità della rete in rame e della presenza di eventuali disturbi<br>• Massima velocità inferiore a quella del Cable Modem<br>• Necessità di interventi per gli adeguamenti di centrale ed eventualmente della rete in rame | • Necessità di eseguire adeguamenti per capacità e per permettere bidirezionalità trasmissiva nelle reti CATV<br>• Numero di residenze servite dalle reti CATV generalmente inferiore (a volte trascurabile) rispetto a quello delle case servite dalla rete di distribuzione in rame<br>• Necessità di effettuare significativi investimenti per gli ampliamenti, senza garanzie di ritorno<br>• Accesso condiviso: banda media in esso disponibile per cliente dipendente dal numero di utenti contemporaneamente attivi; critico l'aspetto della sicurezza delle comunicazioni | • Dipendenza da terze parti per il canale di ritorno<br>• Minore velocità di interattività conseguente al ritardo introdotto dalla tratta tra la terra e il satellite geostazionario | • Necessità di lancio di nuovi satelliti<br>• Qualità e disponibilità del servizio influenzata da condizioni metereologiche avverse<br>• Minore velocità di interattività conseguente al ritardo introdotto dalla tratta tra la terra e il satellite geostazionario | • L'area di copertura del sistema deve essere progettata sulla base delle statistiche pluviometriche della zona; i sistemi operano in visibilità ottica tra la stazione radio master e le stazioni radio periferiche situate presso le sedi dei clienti |

costi più contenuti rispetto alle soluzioni preesistenti di accesso in rame ed in fibra.

In diversi Paesi sono, ad esempio, già disponibili reti ibride con fibra e cavo coassiale *HFC (Hybrid Fiber Coaxial cable),* originariamente concepite per il trasporto diffusivo della televisione via cavo. Queste reti, opportunamente modificate per consentire la trasmissione bidirezionale, possono essere impiegate, con l'ausilio di modem specifici posti come terminazione dei cavi nella sede del cliente *(cable modem)* e in centrale *(cable modem head-end),* per la fornitura di servizi interattivi multimediali. La soluzione può arrivare ad offrire agli utilizzatori una banda condivisa fino a 30 Mbit/s downstream e fino a 2 Mbit/s upstream. L'interfaccia dati in genere disponibile su un cable-modem è quella Ethernet 10BaseT, a 10 Mbit/s. Tuttavia, la natura del sistema - assimilabile ad una LAN condivisa - fa sì che la banda in effetti disponibile per il singolo cliente sia limitata (tipicamente ad alcune decine di kbit/s di banda media con possibili picchi dell'ordine del Mbit/s nel verso downstream) e comunque decrescente con l'aumentare del numero degli utilizzatori attivi per sistema di terminazione in centrale.

In molti Paesi il tasso di penetrazione delle reti CATV è relativamente contenuto o marginale e comunque anche laddove i tassi di penetrazione sono più elevati (ad esempio in Danimarca dove supera il 60 per cento, in Olanda dove in alcune aree è quasi del 90 per cento) gli adeguamenti di queste reti per la trasmissione di dati ad alta velocità con canale di ritorno upstream devono essere ancora avviati o comunque completati, e richiedono comunque un tempo non trascurabile (questo periodo si stima essere di due anni nei mercati più maturi) e, allo stesso tempo, investimenti non modesti.

Sono oggi disponibili anche sistemi di comunicazione via satellite per l'accesso a Internet sviluppati da SES-Astra *(Astranet)* e da Hughes *(Direct PC).* Tali servizi sono basati sull'uso di satelliti geostazionari operanti nella banda Ku (compresa tra 12 e 14 GHz).

In questi sistemi si sfruttano le spiccate caratteristiche diffusive del mezzo satellitare per il trasferimento downstream dell'informazione verso il cliente sostanzialmente con due modalità di servizio che sono: la diffusione in multicasting di contenuti IP e l'accesso interattivo a Internet.

In quest'ultimo caso è necessario disporre anche di un canale upstream che viene realizzato tramite una linea telefonica, analogica o ISDN, terminata con un modem: attraverso questa connessione il cliente invia la richiesta Internet al suo *ISP (Internet Service Provider),* che, a sua volta la inoltra al server del fornitore di servizi satellitari (ad esempio Astra) attraverso la rete Internet terrestre. Quest'ultimo provvede poi a trasmettere il contenuto al cliente via satellite ad alta velocità.

Direct PC, ad esempio, offre, in condizioni ottimali, una velocità massima in downstream di 400 kbit/s per cliente. Nel caso di accesso interattivo, tuttavia, a causa della natura condivisa del canale downstream, la banda disponibile per ciascun cliente dipende dal numero di connessioni attive nello stesso intervallo di tempo. Spesso si ricorre perciò a tecniche di memorizzazione e aggiornamento *(caching)* dei contenuti richiesti più di frequente al fine di limitare i tempi di accesso.

Le suddette soluzioni, basate su satelliti geostazionari, impiegano una tecnologia consolidata e hanno anche in Europa una base crescente di clienti a cui proporre offerte di servizi sopraindicati. Sistemi analoghi, resi disponibili da Eutelsat, sono utilizzati da qualche tempo anche da Telecom Italia, in cooperazione con Telespazio, per la fornitura di servizi diffusivi e di accesso interattivo a dati IP alla clientela affari (IPerSPACE).

Inoltre, a breve saranno utilizzabili satelliti geostazionari con canale upstream in banda Ka (20-30 GHz) e canale downstream ancora in banda Ku. SES Astra prevede di fornire questi servizi "all'ingrosso" a Internet Service Provider e ad operatori di telecomunicazioni.

Sono anche in corso di realizzazione progetti volti a costituire costellazioni di satelliti posizionati in orbita bassa, *LEO (Low Earth Orbit),* e operanti in banda Ku, come *Skybridge.* Si tratta di satelliti che hanno a bordo la sola funzione di ritrasmissione del segnale e che si limitano a realizzare l'accesso a larga banda alla gateway che interfaccia la rete terrestre. L'offerta è diretta alla clientela residenziale ed a quella *SOHO (Small-Office Home-Office)* e si pone non in concorrenza, ma a complemento della rete terrestre.

Altra soluzione per l'accesso a larga banda è quella costituita dai sistemi di accesso radio terrestri, disponibili sia con topologia del tipo punto-multipunto sia di tipo punto-punto. Attraverso questi sistemi un operatore di telecomunicazioni può realizzare l'accesso verso i propri clienti in tempi e con costi inferiori rispetto a quelli necessari per le reti d'accesso in cavo. I sistemi di accesso radio di tipo punto-multipunto possono consentire di fornire ai clienti localizzati all'interno di un'area circoscritta (in genere compresa tra 1 e 3 km di raggio) una capacità di accesso bidirezionale a larga banda dell'ordine di qualche Mbit/s. Sono disponibili, in particolare, sistemi che consentono di fornire al singolo cliente un accesso radio multiservizio a larga banda dotato, ad esempio, di interfacce dati, quali quelle Ethernet 10baseT o 100baseT e ATM a 25 Mbit/s, e di interfacce del tipo Nx64kbit/s o a 2 Mbit/s di tipo strutturato (in accordo con le raccomandazioni ITU-T G.703/G.704) o non strutturato (G.703). Questi sistemi hanno la capacità di adattare il traffico dati e quello di fonia al trasporto ATM, e di multiplare le connessioni ATM su interfacce di tipo PDH (quali quelle a 34 Mbit/s) o SDH (a 155 Mbit/s) verso la rete di trasporto. I costi delle soluzioni di accesso radio a larga banda di tipo punto-multipunto, benché sensibilmente inferiori rispetto a quelli richiesti dalle soluzioni in fibra, sono tuttavia tali da renderle indicate per una clientela di tipo affari, ad esempio di tipo PMI, o per applicazioni impiegate da un operatore (ad esempio per i collegamenti di stazioni radio base nelle reti radiomobili) piuttosto che per servizi rivolti alla clientela residenziale. I sistemi di accesso radio di tipo punto-punto sono, invece, quelli tipici per realizzare collegamenti plesiocroni (Nx64 kbit/s e 2 Mbit/s) e sincroni (155 Mbit/s).

Le caratteristiche, i campi tipici di applicazione, i

principali vantaggi e svantaggi delle suddette tecnologie sono riassunti nella tabella riportata nel riquadro di pagina 36.

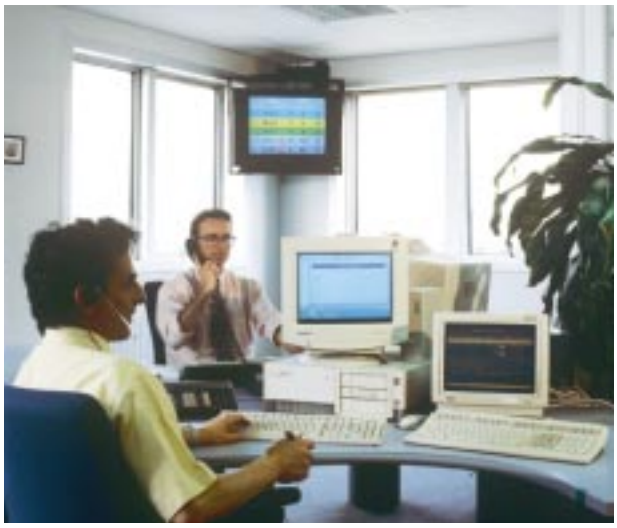
Ogni soluzione presenta specifici vantaggi o svantaggi: naturalmente la convenienza di una soluzione rispetto alle altre dipende e va valutata rispetto alle potenzialità infrastrutturali e alle caratteristiche del singolo gestore nei confronti dei suoi competitori. Generalmente i gestori di telecomunicazioni, in particolare quelli tradizionali, dotati di reti di distribuzione in rame estese e di reti HFC limitate o marginali o che devono essere ancora adeguate per la trasmissione di dati bidirezionale, tenderanno a valorizzare, con opportuni interventi, le prime piuttosto che le seconde. Per essi la soluzione ADSL appare quindi quella più vantaggiosa, anche per le ragioni che saranno descritte nel paragrafo che segue.

## 3. Opportunità per il gestore tradizionale delle reti TLC

Esistono oggi alcuni fattori decisivi che contribuiscono a determinare il passaggio di ADSL dalla fase di sperimentazione a quella di diffusione commerciale su larga scala da parte dei gestori di telecomunicazioni tradizionali:

- diversamente da quanto si è verificato ai tempi del lancio commerciale dei servizi ISDN, sono presenti oggi esigenze inespresse e fabbisogni emergenti di accesso a larga banda a costi sostenibili per servizi finalizzati al trasporto dell'informazione ad alta velocità, nei segmenti della clientela affari ed in quello della clientela residenziale;
- i principali gestori europei avvertono la minaccia incombente del possibile by-pass della propria rete d'accesso da parte degli operatori concorrenti attraverso l'impiego combinato di tecnologie trasmissive alternative (quali ad esempio l'accesso radio, le reti CATV esistenti adattate al trasporto di dati, i cavi in fibra ottica). Questa minaccia è stata già sperimentata dai gestori telefonici regionali e locali operanti negli Stati Uniti, dove i gestori di reti CATV offrono già da due anni al mercato residenziale servizi dati ad alta velocità con tecnologia cable-modem;
- diversi Enti regolatori europei hanno chiarito di recente che, almeno per un certo periodo di tempo, ADSL sarà considerato non un elemento di rete da sottoporre ad unbundling, ma un servizio liberalizzato commercializzabile dagli operatori sia "all'ingrosso", ad esempio verso i Service Provider, sia "al dettaglio" nei riguardi dei clienti finali;
- gli Enti di normativa *ETSI (European Telecommunications Standards Institute), ITU (International Telecommunication Union), ANSI (American National Standards Institute)* hanno consolidato standard comuni e specifiche per la tecnologia ADSL. I risultati di quest'attività favoriscono la produzione e la diffusione su larga scala dei prodotti che rispondono a queste normative.

L'adozione della tecnologia ADSL offre dunque un'opportunità ai gestori tradizionali di dare un nuovo valore alla propria rete di distribuzione in rame con un investimento medio per linea relativamente contenuto, che permette di incrementarne la capacità di trasporto per linea fino a oltre cento volte - se confrontata con una semplice linea analogica che utilizzi un modem a 56 kbit/s - e fino a circa cinquanta volte rispetto alla banda aggregata, pari a 128 kbit/s, dei due canali B di un accesso base ISDN, mantenendo inalterata, allo stesso tempo, la capacità di assicurare mediante la stessa coppia in rame la fornitura del servizio telefonico.



Postazione con terminazione ADSL in un ufficio.

Le caratteristiche della tecnologia ADSL fanno sí che buona parte degli investimenti che il gestore deve sostenere per diffondere il servizio d'accesso sia modulare rispetto alla clientela da servire. Inoltre, poiché il servizio non è regolamentato, il gestore non ha l'obbligo di renderlo disponibile nelle aree urbane o, più in particolare, in aree di centrale in cui esso non risultasse conveniente economicamente. Le due suddette circostanze consentono al gestore, soprattutto nella fase di introduzione del servizio, di poter graduare gli investimenti nel tempo secondo la richiesta del mercato. Il gestore potrà così beneficiare anche della diminuzione significativa attesa sui prezzi degli apparati ADSL. Quest'insieme di circostanze concorre ad assicurare le condizioni per cui il servizio d'accesso ADSL possa essere offerto ai clienti con margini remunerativi.

## 4. Aspetti di attenzione per il gestore

### *4.1 Costi da sostenere per la fornitura dei servizi*

Per tradurre l'incremento delle prestazioni della rete di distribuzione in rame in effettiva offerta di servizi dati ad alta velocità su larga scala devono essere effettuati investimenti e anche sostenuti costi addizionali connessi ai singoli elementi dell'intera catena di rete e di servizio coinvolta.

Oltre agli investimenti necessari per installare le linee ADSL (comprendenti Multiplatore ADSL in centrale, eventuale diramatore POTS e modem ADSL in sede del cliente) la fornitura di un servizio quale ad esempio Fast Internet, comporta infatti alcuni provvedimenti quali:

- l'adeguamento delle risorse di trasporto urbano ed interurbano a livello trasmissivo, ATM e IP, in funzione delle caratteristiche del modello di servizio e dell'architettura di rete adottati, oltre che del grado di copertura geografica e dai tassi di penetrazione previsti;
- gli incrementi delle necessità di banda internazionale di accesso alla rete Internet, in parte contenibili attraverso tecniche di memorizzazione e di aggiornamento dei contenuti più di frequente attinti dalla rete Internet *(caching)* in parte con accordi tesi a permettere il travaso di contenuti d'interesse da siti oltreoceano *(mirroring);*
- l'aggiornamento e l'arricchimento dei contenuti e delle relative caratteristiche multimediali;
- l'adeguamento delle prestazioni relative alle sorgenti d'informazione, attraverso il potenziamento e l'ampliamento dei server che offrono i servizi ed i contenuti;
- l'adeguamento dei sistemi di gestione di rete e dei sistemi informativi a supporto delle attività di commercializzazione, fornitura, assistenza tecnica del servizio e di quelle di esercizio delle reti;
- gli interventi (eventuali) di bonifica e di adeguamento della rete in rame esistente, specie di quella meno recente;
- la formazione del personale addetto alla commercializzazione e all'assistenza post-vendita;
- i costi operativi associati agli adeguamenti sopra indicati o agli ampliamenti della rete;
- la promozione pubblicitaria.

Gli investimenti indotti dagli interventi sopra elencati sono ripartiti, in base ai ruoli dei vari attori in gioco nel modello di business che caratterizza il tipo di servizio ADSL offerto, tra il gestore di telecomunicazioni, il fornitore di servizio a valore aggiunto e gli stessi canali di vendita.

### *4.2 Modelli di fornitura dei servizi e definizione del livello di prezzo*

Un tipico gestore di telecomunicazioni svolge, oltre al ruolo di fornitore dell'accesso e del trasporto (SDH, ATM, Frame Relay), anche quello di fornitore di servizi - dati e Internet - al cliente finale. Il gestore può quindi fornire:

- *servizi dati ad alta velocità ADSL al minuto (modello Retail) a propri clienti finali*. Ad esempio servizi ATM, Frame Relay, IP urbani o a lunga distanza per applicazioni di dati asimmetriche a larga banda o per trasporto di dati simmetrici a velocità più bassa rivolti alla clientela affari;
- *un servizio di accesso ADSL all'ingrosso (modello Wholesale)* che altri operatori, ad esempio Internet Service Provider o operatori alternativi, potranno utilizzare per lo sviluppo e la commercializzazione di una propria offerta di servizi dati o servizi Internet ad alta velocità. In questo caso il gestore di telecomunicazione offre un servizio di connettività, ad esempio di tipo ATM, tra un *PoP (Point of Presence)* del fornitore di servizi ed i relativi clienti finali attestati alla rete in rame servita con l'accesso ADSL.
  Se entrambi i modelli di servizio sono previsti nel piano commerciale del gestore, questo dovrà cercare di tarare i livelli di prezzo del servizio ADSL all'ingrosso tenendo in considerazione sia la necessità di remunerare gli investimenti ed i costi associati alla fornitura di questo servizio, sia quella di garantire al fornitore di servizio che lo utilizza (che può essere lo stesso ISP di proprietà del gestore ovvero altro ISP) la possibilità di offrire ai propri clienti i servizi Internet con accesso ADSL con un margine sui ricavi.

### *4.3 Effetti di "cannibalizzazione"*

Un ulteriore importante aspetto da considerare riguarda i possibili effetti di migrazione e di sostituzione dei ricavi conseguenti all'introduzione dei servizi ADSL. Una parte della clientela residenziale e affari caratterizzata da un uso quotidiano e prolungato di Internet su accesso commutato potrebbe infatti trovare nella soluzione ADSL la propria convenienza, in funzione non tanto delle prestazioni di questo tipo d'accesso, quanto piuttosto di quelle relative alla struttura di prezzo del servizio Internet con accesso ADSL.

Una connessione a Internet su accesso commutato utilizza, infatti, una connessione telefonica; il costo per il cliente cresce quindi in proporzione al tempo. Un accesso a Internet mediante linea ADSL utilizza, invece, una connessione dati semi-permanente, il cui costo per il cliente in genere dipende solo dalla velocità di trasmissione definita sull'accesso[2].

Oltrepassata così una certa soglia di ore mensilmente cumulate nel collegamento a Internet - che dipende dalle tariffe telefoniche del gestore e dai prezzi dei servizi Internet sia tradizionali sia su linea ADSL - un cliente già in possesso di un accesso ISDN può, ad esempio, ritenere conveniente rescindere il relativo contratto per preferirne uno ADSL, integrandolo con un contratto POTS per l'uso del servizio telefonico sulla stessa linea. Inoltre nel caso in cui un cliente ISDN acquisisca una linea aggiuntiva ADSL per l'accesso a Internet - mantenendo la linea ISDN solo per usi telefonici - il traffico telefonico sviluppato in precedenza su questa linea per l'accesso a Internet è destinato a scomparire. Questi effetti riguardano sia i clienti Internet oggi acquisiti, sia naturalmente quelli che aderiranno in futuro. I gestori, dunque, con l'introduzione di un'offerta ADSL, se ottengono da un lato ricavi incrementali da canoni ADSL e servizi Fast Internet, dall'altro hanno riduzioni dei ricavi dal traffico telefonico e dai

*(2) In alcuni casi, come ad esempio nell'offerta Deutsche Telekom, è previsto che il costo della connessione dati cominci a crescere in funzione del tempo solo dopo che il periodo di utilizzo della stessa, cumulata in un mese, superi un limite prefissato.*

canoni ISDN e Internet tradizionali.

Un confronto effettuato da analisti della società Lehman Brothers sulle tariffe telefoniche e le prime indicazioni o ipotesi di prezzi dei servizi ADSL offerti dai gestori europei (BT, Telefonica, Deutsche Telekom, Tele Danmark, France Télécom), valuta, tuttavia, che il numero di ore mensili di accesso a Internet per cui un accesso ADSL diventi conveniente per un cliente (in termini di costi e ipotizzando invarianza di prestazioni richieste) rispetto all'accesso commutato, risulterebbe compreso tra 16 e 39 ore, intervallo situato al di sopra dell'attuale media d'impiego europea (di 12 ore mensili).

I suddetti effetti dovrebbero quindi essere limitati a una porzione della clientela ISDN caratterizzata da un impiego particolarmente intenso di Internet.

Effetti di migrazione potrebbero poi verificarsi anche su linee affittate a bassa velocità utilizzate dalla clientela affari per accesso ad Internet e per trasmissione dati. L'ADSL, come soluzione d'accesso ad Internet o di trasmissione dati bidirezionale a bassa velocità, dovrebbe tuttavia riscuotere particolare interesse in settori della clientela, quali quello delle Piccole Medie Imprese, per il quale nei prossimi anni è attesa molta più crescita che sostituzione.

Pur considerando questi inevitabili effetti di sostituzione e di erosione dei ricavi, gli analisti (Stanley Morgan [4] e Lehman Brothers [5]) ritengono che gli effetti dell'introduzione di servizi ADSL da parte dei gestori avrà effetti complessivamente positivi sulla capacità di essere competitivi in un mercato particolarmente aggressivo e di conseguire margini da quest'attività.

- ritardi nella regolamentazione dell'unbundling local loop;
- condizionamenti limitati da parte dell'Ente di Regolamentazione sulla definizione dei prezzi del servizio.

A titolo di esempio sono riportati, qui di seguito, i principali risultati di un'analisi effettuata nel settembre di quest'anno da Morgan Stanley e Dean Witter [4] su questo tema.

L'analisi, condotta con l'obiettivo di stimare il contributo dei progetti ADSL sul *Valore* delle principali aziende di telecomunicazioni, è stata effettuata mediante il metodo *DCF (Discounted Cash Flow)* e cioè dei flussi di cassa attualizzati. Questa metodologia richiede di stimare l'impatto differenziale sui flussi di cassa pluriennali (investimenti, costi, ricavi) conseguente alla decisione di offrire i servizi ADSL. Con l'attualizzazione finanziaria dei flussi differenziali è possibile valutare l'aumento di Valore, *VAN (Valore Attuale Netto)* che consente il singolo progetto.

In tabella 1 sono riportate le stime elaborate riferite ai principali gestori europei.

| Gestori | Valore di mercato (Ml.ni di Euro) | Valore attuale netto per l'ADSL (Ml.ni di Euro) | Crescita percentuale del mercato (%) |
|---|---|---|---|
| BT | 95,447 | 4,322 | 4.5 |
| Deutsche Telekom | 128,291 | 6,415 | 5.0 |
| France Télécom | 79,740 | 2,007 | 2.5 |
| KPN | 21,450 | 1,074 | 5.0 |
| Telecom Italia | 72,037 | 1,674 | 2.3 |
| Telefonica | 48,682 | 1,725 | 3.5 |

Fonte: Morgan Stanley-Dean Witter; settembre 1999.

**Tabella 1** *Valore del mercato in diversi Paesi europei.*

## 5. La visione degli analisti finanziari

I principali analisti economici concordano nell'affermare che lo sviluppo di servizi commerciali basati su ADSL possa preservare il valore di mercato dei gestori di telecomunicazioni sulla base di considerazioni di scenario e di mercato del tipo di quelle esposte nei paragrafi precedenti.

Le stime effettuate indicano che, superata la fase di avvio del servizio - caratterizzata da elevati costi specifici per l'acquisizione della clientela e l'adeguamento dei presidi di assistenza tecnica post-vendita - il margine di redditività dell'ADSL possa risultare superiore a quello della telefonia, con un'accentuazione nei riguardi di quei gestori caratterizzati da:

- piani di diffusione ADSL aggressivi;
- basso livello di pressione competitiva da parte di operatori nazionali CATV sui servizi dati ed Internet;

Secondo questa stima in termini di VAN, l'ADSL consentirebbe di incrementare l'attuale valore di mercato dei gestori in una misura variabile dal 2,5 al 5 per cento a seconda delle condizioni economico-culturali, della situazione preesistente della rete e del contesto competitivo del Paese considerato.

L'aumento di valore globale, sui gestori indicati nella tabella 1, è stimato di circa 17,2 miliardi di Euro, ottenuto con una crescita dei ricavi che si attesta al valore di circa 8,5 miliardi di Euro nel 2005.

Queste analisi, effettuate su orizzonti temporali molto estesi (in particolare l'analisi presa a riferimento è relativa ad un arco temporale che raggiunge il 2012 e considera inoltre un valore residuo), comportano un non trascurabile livello di indeterminazione. Esse sono tuttavia significative in quanto rappresentano indicatori di come, anche nel breve termine, i mercati finanziari potranno reagire a iniziative di questo tipo.

## 6. Cenni su iniziative commerciali dei gestori di telecomunicazioni

La maggior parte dei gestori dominanti in Europa hanno annunciato, e in alcuni casi hanno già avviato, piani di diffusione di sistemi di accesso ADSL. In diversi casi questi piani hanno una dimensione significativa.

BT ha ad esempio annunciato a luglio di quest'anno un piano di diffusione di terminazioni ADSL su larga scala che prevede entro marzo del prossimo anno di servire quattrocento centrali in dieci città, con una copertura equivalente di sei milioni di case. L'espansione successiva sarà stabilita sulla base della risposta del mercato. BT prevede comunque di poter estendere la copertura potenziale al 75 per cento delle linee totali entro tre anni. Superare questo limite è reso difficile da problemi di natura tecnica. Nella fase di lancio, BT prevede di fornire diverse tipologie di trasporto ad alta velocità su terminazioni ADSL: l'offerta consente agli ISP, agli operatori alternativi e ad altri fornitori di servizi di rendere disponibili ai propri clienti servizi Internet, video e di trasmissione dati ad alta velocità.

Deutsche Telekom prevede di servire 100 mila linee ADSL: 20 mila clienti affari e 80 mila clienti residenziali, su cinquantaquattro città entro quest'anno per arrivare a 270 mila linee su duecento città alla fine dell'anno Duemila. La copertura equivalente è prevista per il 75÷80 per cento delle linee totali. Deutsche Telekom ritiene di mantenere la compatibilità della soluzione tecnologica con i servizi ISDN per la larga diffusione che gli accessi ISDN hanno già in Germania.

France Télécom ha pianificato l'avvio delle installazioni ADSL da novembre di quest'anno in alcune centrali di Parigi e di qualche area limitrofa per poi procedere su scala nazionale secondo la richiesta effettiva di mercato. France Télécom prevede di servire 250÷300 mila linee in tre anni.

Telefonica ha annunciato un piano di diffusione che prevede, a partire da quest'anno, la copertura di 160 centrali, corrispondenti complessivamente al 24 per cento delle linee telefoniche. La diffusione sarà poi effettuata in ogni area di centrale in cui il traffico commutato Internet superi una soglia prefissata per tre mesi consecutivi. Secondo questo criterio l'espansione della copertura sarà dunque concentrata nelle centrali che presentano una maggiore congestione determinata dal traffico Internet.

TeleDanmark ha avviato l'offerta ADSL a luglio di quest'anno. È stato stimato che solo sul 60 per cento di linee è possibile installare terminazioni ADSL, per ragioni legate alla scarsa qualità e alla eccessiva lunghezza media della rete di distribuzione in rame in alcune aree. È previsto di pervenire ad un obiettivo di 300 mila clienti entro il 2002÷2003. Nel resto del Paese il gestore tradizionale danese prevede di fornire servizi di tipo Fast Internet attraverso la propria rete in cavo coassiale.

Nel mercato degli Stati Uniti la diffusione di servizi ADSL è iniziata prima che in Europa. Tra i fattori che hanno stimolato la diffusione possono essere considerati: la disponibilità in anticipo dell'unbundling local loop e la sensibile minaccia competitiva dei fornitori CATV rispetto alla diffusione della tecnologia cable-modem, stimolata da AT&T, Media One e TCI. L'assenza di addebiti sulle chiamate locali negli Stati Uniti ha favorito la consuetudine della clientela ad un uso prolungato dell'accesso commutato a Internet ed ha portato alla congestione dagli autocommutatori delle compagnie telefoniche locali che, invece di continuare a investire in risorse della rete commutata, hanno ritenuto più conveniente cominciare a deviare il traffico Internet su linee ADSL.

La domanda di linee ADSL sta tuttavia superando le stesse aspettative delle *RBOC (Regional Bell Operating Company)* che ne stanno accelerando i piani di diffusione.

Per citare uno degli esempi più significativi, SBC Communications, l'operatore che attualmente vanta il maggior numero di linee telefoniche negli Stati Uniti (oltre 52 milioni), a novembre di quest'anno ha annunciato di avere connesso già 100 mila clienti ADSL e di prevedere oltre un milione di clienti Internet ad alta velocità già entro la fine del 2000 ed un piano di diffusione che porti alla copertura dell'80 per cento della clientela, residenziale e affari, entro tre anni.

## 7. Le iniziative di Telecom Italia

Telecom Italia ha avviato la sperimentazione della tecnologia ADSL nei laboratori dello CSELT già nell'ormai lontano 1993. Nel 1995 ha iniziato, nelle aree metropolitane di Roma e Milano, la sperimentazione in campo di servizi Video On Demand con accesso ADSL, con un migliaio circa di utenti "amici". A questa sperimentazione ne sono seguite altre, a partire dal 1997, finalizzate alla verifica di soluzioni di rete ADSL/ATM per la fornitura di servizi per applicazioni innovative basate sul protocollo IP, tra le quali:

a) *Torino 2000*, focalizzata sulla sperimentazione in campo di applicazioni innovative quali l'accesso del cittadino ai servizi della Pubblica Amministrazione, la telemedicina, il design industriale cooperativo, il telelavoro oltre a varie applicazioni multimediali interattive, nei settori del turismo e della cultura;
b) *Endeavour*, realizzata nell'area urbana di Roma con un'utenza amica e con applicazioni dirette principalmente alla clientela residenziale.

Alla fine dello scorso anno Telecom Italia ha avviato una iniziativa tecnico-commerciale ADSL rivolta alla clientela business, limitata inizialmente alle aree urbane di Roma, Milano, Torino, Bologna, Padova e Brescia. Il servizio offerto ha reso possibile alla clientela accedere, mediante linea ADSL, ai servizi InterBusiness (IP), Business Frame (Frame Relay) e Atmosfera di Telecom Italia o, in alternativa, a servizi di trasporto di dati a lunga distanza e servizi a valore aggiunto offerti da altri operatori, da service provider o da altri clienti.

Nel corso di quest'anno è stata anche effettuata, nell'ambito delle aree metropolitane di Roma e di Milano, una sperimentazione pilota con circa duecentocinquanta clienti di tipo residenziale e

*SOHO (Small Office Home Office)*, per servizi d'accesso a Internet ad alta velocità e applicazioni multimediali interattive.

Nell'ottobre di quest'anno (mentre viene redatto quest'articolo) Telecom Italia, in un'ottica di diffusione su larga scala del servizio ADSL, ha provveduto a riarticolare l'offerta commerciale secondo un modello Wholesale, ovvero di offerta all'ingrosso. L'offerta ADSL Wholesale di Telecom Italia prevede la vendita di un servizio di raccolta, in connettività ATM su linee ADSL, a operatori di servizi Internet, ISP, quale ad esempio è TIN, o più in generale a operatori alternativi che desiderano offrire ai propri clienti servizi con la tecnologia ATM-ADSL.

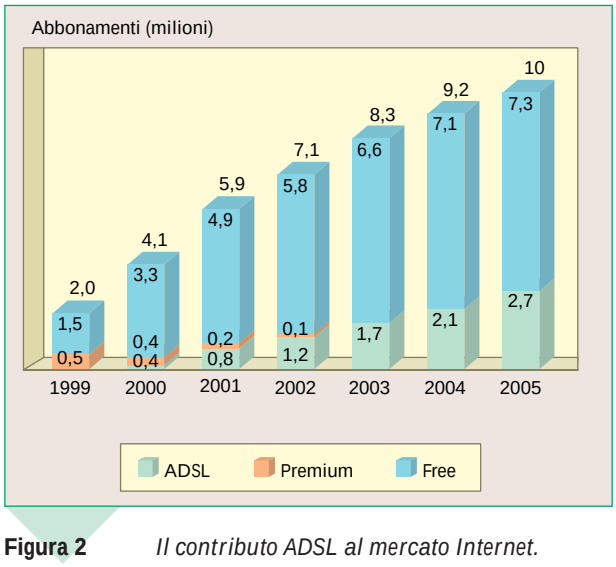



**Figura 2** *Il contributo ADSL al mercato Internet.*

Il servizio permette di indirizzare verso la sede dell'operatore, dotato di accesso alla rete ATM di Telecom Italia, connessioni ATM terminate su un certo numero di linee ADSL di una specifica città. L'operatore alternativo, che con questa modalità di offerta rappresenta l'unica controparte commerciale di Telecom Italia, utilizza il servizio di connettività ATM-ADSL per erogare, a sua volta, servizi a valore aggiunto di tipo Internet ai propri clienti finali, secondo profili commerciali definiti autonomamente, con qualità differenziata in base ai requisiti delle singole classi di clientela. Nella commercializzazione e nella fornitura di questi servizi, l'operatore alternativo costituisce l'unica interfaccia verso il cliente finale.

L'offerta Wholesale del servizio ADSL non comprende la fornitura del modem ADSL presso la sede del cliente: l'acquisizione e l'installazione di questo apparato rimangono, infatti, a cura del cliente finale che - acquistando opportuni filtri da installare in corrispondenza delle prese telefoniche esistenti nel proprio impianto domestico - potrà continuare ad usufruire, attraverso lo stesso doppino in rame impiegato per l'accesso ADSL, anche dei servizi telefonici, per i quali continuerà a versare a Telecom il canone e il costo del traffico svolto secondo modalità tradizionali.

Attraverso il servizio Wholesale ADSL offerto da Telecom Italia, un operatore alternativo potrà fornire ad esempio, servizi di tipo Fast Internet che, oltre a rendere disponibili al cliente gli stessi servizi che già utilizzava, ma con un livello di prestazione assai più elevato, potranno consentire la diffusione e lo sviluppo di servizi multimediali e video interattivi.

L'evoluzione del mercato dovuta all'iniziativa commerciale di Telecom Italia dovrebbe essere quindi caratterizzata da una presenza significativamente crescente dell'accesso ADSL all'interno del mercato Internet (figura 2).

Il tasso di crescita media annua ADSL previsto è quindi superiore al 50 per cento. Nell'anno 2005 si prevede che un quarto degli accessi a Internet del mercato di massa venga effettuato mediante ADSL.

Assieme all'offerta Wholesale ADSL, Telecom Italia consolida anche l'offerta dei servizi dati su linea ADSL destinati alla clientela business. Quest'offerta, compresa in quella più generale dei servizi dati commercializzati con il nuovo nome "RING", consente alla clientela di riferimento di usufruire a prezzi competitivi di una modalità di accesso dati idonea per applicazioni quali l'accesso ad Internet, l'accesso a videoserver per usi professionali, l'accesso alle sedi "Corporate", la teledidattica, la telemedicina e la videocomunicazione.

Per la diffusione dei servizi ADSL Telecom Italia ha previsto entro quest'anno un piano di copertura di 352 aree di centrale situate in 25 città: Ancona, Bari, Bologna, Brescia, Cagliari, Catania, Como, Firenze, Genova, Milano, Modena, Napoli, Padova, Palermo, Parma, Pavia, Perugia, Pisa, Roma, Siena, Torino, Trento, Trieste, Venezia e Verona.

## 8. Conclusioni

Lo sviluppo dei servizi basati sull'accesso ADSL appare oggi una scelta irrinunciabile per i gestori di telecomunicazioni che operano in questo momento di crescente competizione. Diversi sono i fattori alla base di questa scelta: da un lato, l'interesse crescente della clientela residenziale e affari nei riguardi di Internet e la contestuale e dinamica evoluzione delle relative applicazioni concorrono a stimolare una domanda potenziale di servizi basati su modalità d'accesso alla rete con prestazioni sempre maggiori; dall'altro i progressi tecnologici conseguiti negli ultimi tempi dalle manifatturiere nel campo dei sistemi numerici per coppie in rame e la disponibilità di standard consolidati relativi alla tecnica ADSL forniscono i presupposti tecnico-economici per una diffusione su larga scala dei relativi sistemi a costi sostenibili. La tecnologia ADSL offre, quindi, oggi il mezzo per realizzare in tempi rapidi la diffusione dei servizi a larga banda per volumi significativi di clientela, risultando particolarmente efficace per il presidio della clientela della piccola e media impresa e quella residenziale ad alto consumo di Internet.

Questa soluzione rappresenta, a parere degli scriventi, solo un passo, peraltro importante, nel cammino per l'allargamento dell'offerta di banda e dei servizi conseguentemente fornibili alla clientela.

Ed è sicuramente momento fondamentale - in quanto punto di innesco nella cultura di massa - che porta a considerare la presenza diffusa di un collegamento a banda larga "sempre acceso" come una basilare funzione disponibile in ogni ambiente domestico o aziendale per effettuare comunicazioni multimediali.

Concludiamo citando il parere di Ray Smith, presidente di Bell Atlantic:

"*L'x-DSL è una tecnologia provvisoria... valida per i prossimi quarant'anni*".

## Bibliografia


[1] Antonelli, F.; Petrini,L.: *Soluzioni di rete per l'offerta di servizi interattivi su sistemi ADSL.* "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 7, n. 3, dicembre 1998.

[2] Magnone, L.; Petrini, L.: *Sistemi xDSL per l'accesso ad alta velocità su coppie simmetriche in rame.* "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 7, n. 2, ottobre 1998.

[3] Curci, N.; Zappi, D.: *Il commercio elettronico: prospettive di sviluppo, tecnologie abilitanti e impatti su Telecom Operator.* "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 7, n. 3, dicembre1998.

[4] Lund, A.; Armitage, M.; Marsch, P.: *DSL: Right Here, Right Now.* Morgan Stanley Dean Witter, Industry Overview,settembre 1999.

[5] Egan, K. et alii: *ADSL.* Lehman Brothers, settembre 1999.


## Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| ADSL | Asymmetric Digital Subscriber Line |
| ANSI | American National Standards Institute |
| ETSI | European Telecommunications Standards Institute |
| HDSL | High bit rate Digital Subscriber Line |
| HDTV | High Definition TV |
| HFC | Hybrid Fiber Coaxial cable |
| IDSL | Integrated Services Digital Network Digital Subscriber Line |
| ISP | Internet Service Provider |
| ITU | International Telecommunication Union |
| LEO | Low Earth Orbit |
| PDH | Plesiochronous Digital Hierarchy |
| PMI | Piccole Medie Imprese |
| PoP | Point of Presence |
| POTS | Plain Old Telephone Service |
| RBOC | Regional Bell Operating Company |
| SDH | Synchronous Digital Hierarchy |
| SDSL | Symmetric Digital Subscriber Line |
| SMDS | Switched Multi-megabit Data Service |
| SOHO | Small-Office Home-Office |
| VDSL | Very high bit-rate Digital Subscriber Line |
| VOD | Video On Demand |
| WDM | Wavelength Division Multiplexing |
| x-DSL | Digital Subscriber Line |



*Paolo Dal Bono* si è laureato nel 1987 con lode in ingegneria elettronica presso l'Università di Bologna. Dopo una breve esperienza presso la società informatica Celcoop di Ravenna, è stato assunto in Direzione Generale SIP - Area Rete - e si è occupato di architetture di rete di accesso. Dal 1990 al novembre 1994 ha operato per l'avvio e la gestione del processo di pianificazione tecnica di medio termine seguendo, nei primi due anni, i piani delle Direzioni Regionali mentre nei due anni successivi ha gestito i piani della Rete Nazionale a Lunga Distanza ed i progetti monografici di Direzione Generale (reti radiomobili, reti dati, sistemi di supporto e gestione). Dal dicembre 1994 al dicembre 1996 ha partecipato alla redazione delle due prime edizioni del Piano Strategico della Direzione Rete occupandosi in particolare sia delle previsioni relative ad investimenti e ricavi della direzione che delle analisi conseguenti di contabilità industriale proiettiva. Nel dicembre 1996 ha operato presso la sede Telecom di Bologna come responsabile del settore di Pianificazione della Rete di Trasporto e Accesso dei territori Emilia Romagna, Marche e Umbria. Nel giugno 1998 è rientrato in Direzione Generale come responsabile del settore Valutazioni Economiche dei Progetti Innovativi della Direzione Rete dove opera attualmente. In questo ambito ha coordinato l'elaborazione di circa 50 analisi "Business Case" relativi ai principali progetti di investimento aziendali.



*Bruno G. Pennestrì* si è laureato nel 1991 in Ingegneria Elettronica presso l'Università di Roma "La Sapienza". Nel 1992 è stato assunto nell'unità di Ricerca e Sviluppo di Telecom Italia (all'epoca SIP) dove si è occupato di architetture, protocolli e servizi di reti ISDN e B-ISDN. Dal 1994, con la costituzione del progetto Sviluppo rete Pilota ATM, ha svolto diverse attività connesse alla sperimentazione della tecnologia ATM sia in ambito nazionale (per l'avvio operativo della rete Pilota ATM nazionale, la selezione e l'assistenza tecnico-operativa relative all'utenza Pilota nazionale e il presidio delle conseguenti sperimentazioni applicative) sia in ambito internazionale (con la partecipazione alle attività dei gruppi di lavoro multi-gestore "Pilot User Contact Point", "Operational W.G." e "Technical W.G." del MoU ATM finalizzate al presidio tecnico-operativo della rete Pilota ATM pan-europea). Nel corso del 1996 si è occupato dello sviluppo nazionale della rete sperimentale ATM nazionale (SIRIUS) e ha contribuito alla elaborazione e all'avvio del Progetto pan-europeo JAMES finalizzato alla specifica e alla sperimentazione di servizi internazionali ad alta velocità in tecnica ATM. Dal 1997 si è occupato di sistemi d'accesso e di Backbone ATM e della ingegnerizzazione di servizi portanti ATM, inizialmente nell'ambito della Linea Tecnologie e Architetture e, successivamente, in quello della Linea Ingegneria delle Reti Dati e Multimediali della Direzione Rete. A ottobre del 1998 è passato ad operare nel settore Valutazioni Economiche di Progetti Innovativi della Direzione Rete dove cura l'analisi di redditività di diversi progetti d'investimento di rilevanza aziendale tra i quali quelli relativi alle iniziative di innovazione e di sviluppo delle reti e dei servizi dati.

# I servizi IP di Telecom Italia: l'offerta per i clienti affari

CLAUDIO MONTECHIARINI

*Le stime di crescita del mercato dei servizi emergenti basati su tecnologie IP hanno tutte in comune un ottimistico andamento esponenziale. D'altro canto queste previsioni non potrebbero essere diverse, altrimenti verrebbero meno gli stessi presupposti per i quali si decide di lanciare una nuova offerta; col passare del tempo, molti pronostici vengono, tuttavia, prima posticipati e poi smentiti. Quelli fatti finora sul mercato dei servizi IP, in Italia e nel mondo, hanno invece tenuto fede alle aspettative più ottimistiche.*

*Oltre a coinvolgere un pubblico sempre più vasto, l'offerta di servizi IP si va infatti diversificando in funzione di esigenze apparentemente molto diverse, ma che in sostanza hanno una comune motivazione: accedere alla Rete (Internet) sempre e ovunque - per lavoro o per divertimento - dal PC dell'ufficio, da casa, dagli alberghi, dagli aeroporti, dalle stazioni, dagli Internet Cafè. Chi si collega a Internet è così abituato a usarla che percepisce come del tutto naturale avere sempre a fianco una tastiera ed un monitor o un qualunque terminale alternativo che gli permetta di leggere la propria posta, di inviare un messaggio o di cercare la risposta ad una curiosità del momento.*

*Telecom Italia è uno dei principali artefici dello sviluppo della rete Internet nel nostro Paese. In questo articolo sarà presentato un panorama dei servizi che compongono l'attuale offerta Telecom e delle tecnologie che si utilizzano per realizzarli. In particolare si parlerà di InterBusiness e ArcIPelago, dando infine qualche cenno alle sperimentazioni più recenti basate sui sistemi di accesso ADSL e satellitari (IPerSpace) e alle prossime iniziative nell'ambito dei servizi di videocomunicazione su IP.*

## 1. InterBusiness: la madre di tutte le reti

L'ingresso di Telecom Italia nel mercato dei servizi IP risale al 1996 con la nascita della rete InterBusiness. L'iniziativa era partita con l'obiettivo di permettere ai clienti Business di avere accesso alla Big Internet e di interconnettere le loro reti locali utilizzando il protocollo IP.

Come accade generalmente per le offerte innovative era presumibile che le aziende sarebbero state le prime a beneficiare di una rete pubblica capace di estendere in ambito geografico gli stessi applicativi già diffusi nelle *LAN (Local Area Network)*. Ci si aspettava, infatti, che il maggiore interesse da parte degli utilizzatori finali fosse quello di scambiarsi i messaggi di posta elettronica, documenti e archivi di dati *(file)* tra sedi lontane, così come erano abituati a fare nei loro uffici. Il fatto che ciò fosse reso possibile non deve essere considerato una novità in se, perché chiunque poteva fare altrettanto costruendo una rete privata basata su circuiti dedicati numerici (CDN) o su circuiti virtuali Frame Relay. La novità effettiva è consistita nella transizione da una rete privata, che forniva una connettività limitata, a quella pubblica, che avrebbe permesso di collegarsi a qualunque altro utilizzatore, in Italia e fuori.

InterBusiness è nata quindi come strumento di comunicazione all'interno di una stessa azienda (reti Intranet) ovvero tra aziende diverse *(Extranet)*. Questi presupposti si sono poi in realtà verificati mettendo in evidenza l'efficacia delle applicazioni che utilizzano i server *WWW (World Wide Web)* come mezzo promozionale, non solo verso altre imprese, ma anche nei confronti dei consumatori.

Le notevoli potenzialità commerciali di Internet sono il principale elemento di raccordo tra i servizi IP per la clientela affari e quelli per la clientela residenziale e esso sarà trattato diffusamente in un secondo articolo pubblicato su questo stesso numero [1]. Anche dal punto di vista tecnico le due offerte hanno relazioni molto strette in quanto la rete *TIN (Telecom Italia Network)*, dedicata ai clienti residenziali ed a quelli *SOHO (Small Office Home Office)*, appartiene allo stesso dominio amministrativo di InterBusiness che ne costituisce l'infrastruttura di trasporto nazionale.

Le reti dati hanno infatti in comune la caratteri-

## L'OFFERTA INTERBUSINESS

- **L'offerta InterBusiness è articolata in tre famiglie di servizi: Netway, WebGate e Big@ccess.**
- **Le prime due, Netway e WebGate, sono di facile comprensione e di immediato utilizzo: al Cliente è infatti richiesto di specificare solo la velocità di accesso. Si rivolgono rispettivamente ad aziende che hanno due tipi di esigenze: "navigare" in Internet e utilizzare il servizio di posta elettronica; realizzare un sito Web: la vetrina virtuale del mondo Internet.**
- **La terza famiglia di servizi, detta Big@ccess, si rivolge invece ai Service Provider e alle aziende che richiedono specifiche garanzie prestazionali: costituisce l'offerta tecnicamente più modulare, per soddisfare il requisito di personalizzazione che contraddistingue questa tipologia di clienti.**

stica di mantenere separate le funzioni per l'accesso al servizio da quella per il trasporto del traffico aggregato. Gli apparati ai quali sono collegati gli utilizzatori finali sono distribuiti sul territorio in modo da garantire un'adeguata copertura geografica e gestiscono le differenti modalità di accesso alla rete, inclusi gli aspetti di sicurezza e di qualità. Gli apparati della rete di trasporto svolgono invece la funzione di concentrare e consegnare efficientemente (con bassi ritardi e senza perdita) il traffico tra tutti i punti di presenza assicurando la ridondanza dei percorsi di instradamento per ottenere una elevata disponibilità dei collegamenti. TIN è quindi una rete di accesso che utilizza InterBusiness come rete di trasporto. InterBusiness mette a disposizione dei clienti della rete TIN anche i collegamenti internazionali verso Internet.

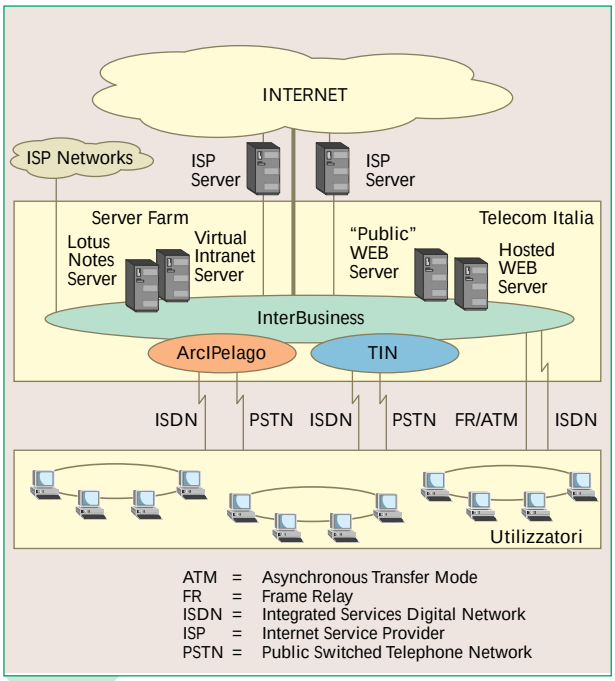



**Figura 1** *Infrastruttura dei servizi IP di Telecom Italia.*

Quanto detto per TIN nei confronti di InterBusiness si applica anche ad ArcIPelago, che di fatto è anch'essa una infrastruttura di accesso, dedicata al servizio di rete privata virtuale IP con possibilità di collegare utenti attraverso le reti pubbliche commutate *PSTN (Public Switched Telephone Network)* e *ISDN (Integrated Services Data Network)*. In figura 1 sono rappresentate graficamente le relazioni di InterBusiness con TIN e con ArcIPelago.

### *1.1 L'architettura della rete InterBusiness*

La rete InterBusiness è presente in oltre cento località ed è organizzata in due domini amministrativi: il primo dei quali *(AS 3269)* costituisce l'infrastruttura di trasporto nazionale mentre il secondo *(AS 6664)* è dedicato alla gestione dei collegamenti con gli altri *AS (Autonomous System)*[1]. La separazione è stata adottata per mantenere disgiunti il servizio di connettività nazionale da quello internazionale: come si vedrà successivamente, questa scelta consente di articolare l'offerta commerciale in modo da consentire al cliente di personalizzare la modalità di accesso alla rete in funzione dei valori di banda minima garantita - nazionale e internazionale - più adeguati alle proprie esigenze.

Il dominio nazionale è stutturato in dodici *PoP (Point of Presence)* (dieci più due per la connettività internazionale) interconnessi secondo una topologia a doppia stella[2], centrata su Roma e Milano, e realizzata

*(1) L'Autonomous System è un sistema in cui le infrastrutture di comunicazione e gli apparati di routing sono gestiti in modo autonomo rispetto alle altre reti IP ad esso collegate. Rientrano in particolare tra le responsabilità del gestore di rete l'assegnazione degli indirizzi IP ed il controllo del traffico (attuato principalmente secondo le regole di instradamento), le politiche per il filtraggio dei pacchetti ed i criteri di priorità nel trattamento dei flussi.*

*(2) La topologia a doppia stella tiene conto dell'elevato interesse di traffico di ciascuno dei PoP nazionali con i punti di interconnessione di InterBusiness alla Big Internet. Sia per migliorare l'affidabilità della rete sia per consentire la ripartizione geografica del traffico su più direttrici è stato deciso che i PoP internazionali fossero due: uno a Roma, l'altro a Milano.*

mediante circuiti logici ATM configurati sulla rete ATMosfera. Ognuno dei dieci siti della rete dorsale risulta collegato ai due centri stella tramite altrettanti circuiti logici opportunamente dimensionati. In ogni sito sono presenti due router di transito, i cui circuiti virtuali sono configurati in modo che possano operare con un bilanciamento del carico[3]. Il dominio nazionale della rete InterBusiness è rappresentato in figura 2.

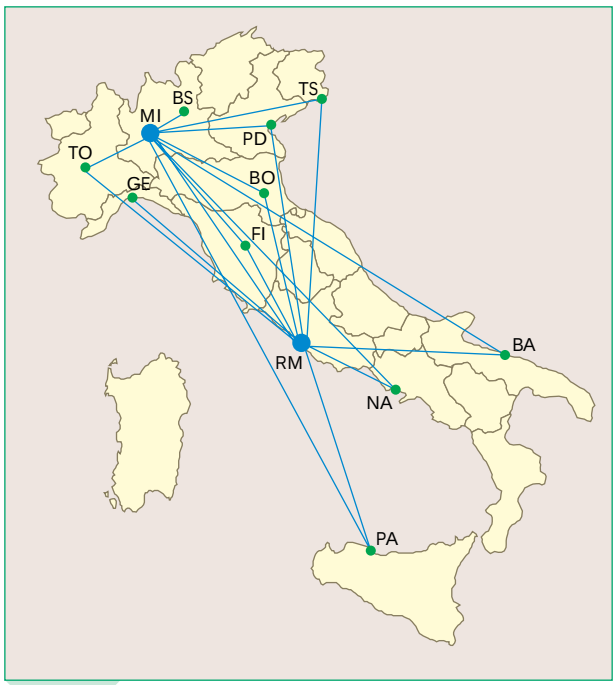



**Figura 2** *Dominio nazionale della rete InterBusiness.*

Le dieci località sedi dei PoP InterBusiness sono, come è mostrato in figura: Torino, Brescia, Padova, Trieste, Genova, Bologna, Firenze, Napoli, Bari e Palermo. I router di accesso della rete InterBusiness sono collegati alla rete dorsale mediante reti locali ad alta velocità realizzate in tecnologia Fast Ethernet, secondo una configurazione tipica del PoP rappresentata in figura 3.

I router che consentono di collegare le singole sedi dei clienti sono attestati ai PoP mediante circuiti virtuali Frame Relay, per le velocità fino a 2 Mbit/s, e ATM per quelle superiori. La rete di raccolta del traffico IP è quindi realizzata mediante i servizi di accesso Frame Relay e ATM offerti sulle reti *PAN (Packet Access Network)* e ATMosfera.

Il dominio internazionale è suddiviso tra due PoP (installati a Roma e Milano), coincidenti con i centri stella della architettura della dorsale nazionale. In figura 4 è riportato lo schema della rete: in essa si vedono insieme sia la rete di accesso ATM e Frame Relay sia i domini nazionale e internazionale: è mostrato in particolare come il punto di interconnessione tra i due domini sia realizzato attraverso una rete locale (LAN internazionale) alla quale sono attestati gli apparati installati sulle dorsali trasmissive *(backbone)* e quelli direttamente collegati agli altri AS di Internet (router internazionali). Come sarà chiarito dettagliatamente nella descrizione dei servizi offerti, riportata nei paragrafi seguenti, i router installati presso le sedi dei clienti possono avere circuiti virtuali che si richiudono sia sui router di accesso del dominio nazionale sia direttamente sui router dei PoP internazionali.

I clienti che sottoscrivono un servizio con connettività internazionale e che utilizzano solo il circuito verso il router d'accesso nazionale, ricevono traffico da Internet attraverso i router internazionali; da questi i pacchetti IP sono instradati, attraverso la LAN internazionale, fino ai router di transito nazionali, e da qui, passando attraverso la LAN nazionale, arrivano al router di accesso al quale è collegato il cliente (percorso 1 di figura 4).

I clienti che sottoscrivono invece il servizio con connettività internazionale e che utilizzano a questo scopo un circuito dedicato verso il router internazionale, ricevono direttamente il traffico Internet senza attraversare né i router di transito, né quelli di accesso della rete InterBusiness (percorso 2), beneficiando così di migliori prestazioni in termini di ritardo e di perdita di pacchetti.

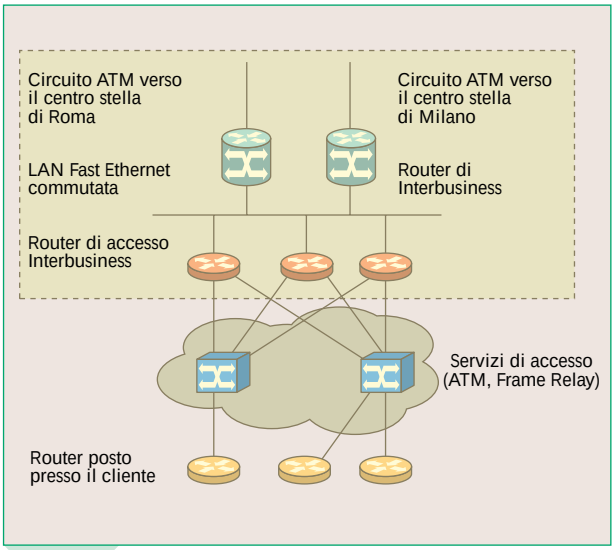



**Figura 3** *Configurazione tipica dei Point of Presence InterBusiness.*

Per garantire un'elevata disponibilità del servizio, l'instradamento del traffico internazionale è aggiornato dinamicamente: qualora si presenti un guasto su uno dei circuiti verso Internet, il traffico, che nelle normali condizioni di funzionamento è ricevuto o è trasmesso attraverso questo collegamento, è reinstradato su uno degli altri circuiti internazionali ancora disponibili.

(3) *Il traffico è bilanciato su percorsi equivalenti dal punto di vista delle metriche OSPF (Open Shortest Path First) in modo tale che i flussi siano ripartiti equamente sulle due vie disponibili. Poiché la banda impegnata dai diversi flussi è in genere diversa, questa suddivisione può non corrispondere ad un uguale impegno della capacità nelle due vie disponibili.*

Attualmente la banda internazionale della rete InterBusiness ammonta a 340 Mbit/s distribuiti su dieci collegamenti a 34 Mbit/s, cinque dei quali sono attestati a Roma e cinque a Milano. Entro fine anno i dieci circuiti a 34 Mbit/s saranno sostituiti con otto circuiti a 155 Mbit/s, per una capacità totale di 1200 Mbit/s, metà dei quali dedicati a TIN e metà dedicati ad InterBusiness.

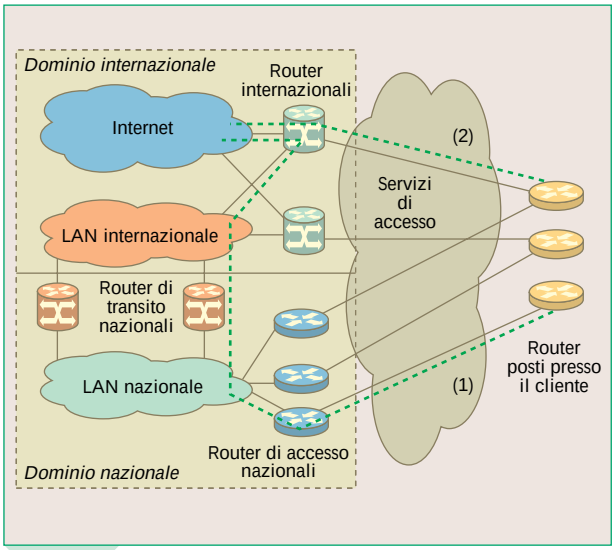



**Figura 4** *Architettura dei Point of Presence internazionali di Roma e Milano.*

Per sostenere i suddetti volumi di traffico si rende necessario il potenziamento dei PoP internazionali e della dorsale della rete InterBusiness. Si passerà quindi dall'attuale infrastruttura trasmissiva basata su linee a 34 Mbit/s a collegamenti a 155 Mbit/s, mentre nei punti a maggiore densità di traffico saranno introdotti apparati Gigarouter (Cisco 12000); in particolare si prevede di utilizzarne quattro per l'ampliamento della banda internazionale (due a Roma e due a Milano) e altri quattro per l'ampliamento della rete di transito (ancora due a Roma e due a Milano).

### *1.2 I servizi InterBusiness*

Telecom Italia ha di recente riformulato il portafoglio d'offerta InterBusiness [2] al fine di aumentarne la competitività nei confronti della concorrenza e di continuare a garantire ai Clienti un'alta qualità di servizio.

Il principale obiettivo della nuova offerta è quello di identificare proposte commerciali che siano semplici ed il cui valore sia facilmente percepibile da tutte quelle aziende che hanno esigenze più elementari, e allo stesso tempo di mettere a punto una proposta commerciale completa e flessibile per tutte le aziende che richiedono una elevata qualità del servizio e maggiore versatilità nelle prestazioni.

L'offerta InterBusiness è quindi articolata in tre famiglie di servizi: *Netway*, *WebGate* e *Big@ccess*.

Le prime due, Netway e WebGate, sono di facile comprensione e di immediato utilizzo: al Cliente è infatti richiesto solo di specificare la velocità d'accesso. Le due offerte si rivolgono rispettivamente ad aziende che hanno due tipi di esigenze:

- *"navigare"* in Internet e utilizzare il servizio di posta elettronica. La capillarità della rete InterBusiness consente di collegare la rete di un'azienda ad Internet, soddisfacendo, con costi contenuti, entrambi i requisiti;
- *realizzare un sito Web:* la vetrina virtuale del mondo Internet. La soluzione tecnica utilizzata a questo scopo consente di ottimizzare le prestazioni e di ridurre i costi di rete, riservando per la trasmissione dei contenuti del sito web una quantità di banda sensibilmente superiore a quella in ricezione.

La terza famiglia di servizi, detta Big@ccess, si rivolge invece ai Service Provider e alle aziende che richiedono prestazioni fornite con specifiche garanzie: costituisce l'offerta tecnicamente più modulare, in modo da soddisfare il requisito di personalizzazione che contraddistingue questa tipologia di clienti.

Le tre famiglie di servizi sono completate da una vasta gamma di servizi a valore aggiunto, standard e opzionali, quali la gestione del router installato presso la sede del Cliente, il servizio di posta elettronica *(e-mail)*, l'assegnazione e la gestione di domini di secondo livello, la gestione del *DNS (Domain Name System)*, il back-up dei servizi di e-mail, funzionalità di *NAT (Network Address Translation)*, servizi di Tunnelling, back-up su ISDN dell'accesso.

La gamma dei servizi InterBusiness è stata arricchita anche per quanto riguarda le modalità di accesso: in aggiunta alle modalità tradizionali basate sull'utilizzo di linee ISDN o di collegamenti dedicati, sono disponibili le nuove possibilità offerte dall'accesso in ATM e dalla tecnologia ADSL.

#### 1.2.1 L'offerta Netway

Il servizio *Netway* si rivolge ad aziende che intendono navigare su Internet, inviare e ricevere messaggi di posta elettronica. Al Cliente è richiesto soltanto di specificare la modalità di accesso, se diretta (CDN o ADSL) o commutata (ISDN), e nel caso di accesso diretto di indicare la velocità d'accesso.

Per ogni tipologia di accesso la velocità verso i collegamenti internazionali della Big Internet potrà arrivare fino alla velocità fisica dell'accesso stesso.

Il servizio Netway prevede tre modalità di accesso:

- *Netway Direct:* accesso diretto attraverso circuito dedicato;
- *Netway ADSL:* accesso tramite ADSL;
- *Netway ISDN:* accesso commutato via ISDN.

*L'offerta Netway Direct*

L'accesso al servizio *Netway Direct* avviene tramite un *PVC (Permanent Virtual Connection)* Frame Relay configurato tra il router installato presso la sede del cliente ed il router di accesso nazionale della rete InterBusiness. La sede del cliente viene collegata al più vicino punto di presenza della rete *PAN (Packet Access Network)* mediante un circuito diretto numerico.

Le velocità di accesso nominali sono: 64 kbit/s; 128 kbit/s; 256 kbit/s; 384 kbit/s; 512 kbit/s; 768 kbit/s e 2 Mbit/s. Questi valori corrispondono al *PIR (Peak Information Rate)* del PVC Frame Relay. Il PVC Frame Relay è inoltre caratterizzato dal valore del parametro *CIR (Committed Information Rate)* che è pari al 75 per cento del PIR. Il PVC Frame Relay è di tipo simmetrico; i valori del PIR e del CIR sono quindi gli stessi in entrambe le direzioni trasmissive, *upstream* (dal cliente alla rete) e *downstream* (dalla rete al cliente).

Il PVC di accesso al servizio Netway Direct può essere realizzato internamente alla rete PAN/ATMosfera utilizzando la funzionalità di Service Interworking Frame Relay - ATM.

Mediante il meccanismo di Service Interworking Frame Relay-ATM un PVC di accesso della rete PAN è prolungato su ATMosfera da un PVC ATM con classe di servizio ABR. Per permettere che l'interlavoro tra i due PVC avvenga mantenendo le caratteristiche di servizio proprie del circuito Frame Relay acquistato dal cliente è necessario che i parametri ATM siano scelti coerentemente con quelli del Frame Relay. In particolare, poiché il PVC Frame Relay ha il CIR uguale al 75 per cento del PIR, il MCR del PVC ATM viene posto pari al 75 per cento del PCR.

Il profilo Netway Direct, che ha un accesso con circuiti CDN, è arricchito da un pacchetto di servizi a valore aggiunto, alcuni dei quali sono erogati come prestazioni standard gratuite e altri come prestazioni opzionali.

Le prestazioni standard gratuite includono: l'assegnazione degli indirizzi IP, la posta elettronica, il backup del servizio di posta elettronica del cliente sui server InterBusiness, la gestione delle procedure amministrative per la registrazione ed il mantenimento di un dominio di secondo livello, il backup del *DNS (Domain Name Server)* primario del dominio intestato al cliente, l'accesso al servizio "News", la configurazione del protocollo *BGP (Border Gateway Protocol)* e la gestione delle procedure per la richiesta di un *AS (Autonomous System)*[4].

Rientrano invece tra le prestazioni opzionali: la fornitura di una *TIR (Terminazione Intelligente di Rete);* il servizio di posta elettronica a cura del Centro Servizi di Telecom Italia; la gestione delle procedure amministrative per la registrazione e il mantenimento di ulteriori domini di secondo livello; la gestione del DNS primario del cliente; i servizi di tunnelling[5] e di *NAT (Network Address Translation);* il back-up della linea d'accesso.

*L'offerta Netway ADSL*

A InterBusiness si può accedere anche mediante l'*ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)* che, per le sue caratteristiche trasmissive asimmetriche si adatta al profilo di traffico tipico di chi naviga su Internet. Infatti i collegamenti ADSL sono contraddistinti dall'avere nella direzione che va dalla rete verso il cliente *(downstream)* una velocità superiore a quella disponibile nel verso opposto *(upstream)*. Questa circostanza rende i sistemi ADSL ideali per chi deve acquisire informazioni piuttosto che trasmetterle.

Come per l'offerta Netway Direct, anche i clienti ADSL hanno un unico *PVC (Permanent Virtual Circuit)* di accesso sul quale viene inviato e ricevuto sia il traffico nazionale sia quello internazionale.

Il Cliente che sottoscrive un abbonamento di accesso ad InterBusiness ADSL specifica sulla scheda tecnica la velocità di accesso relativa al canale downstream, indicando uno tra i seguenti valori: 128 kbit/s, 256 kbit/s, 512 kbit/s, 768 kbit/s e 2048 kbit/s.

Questi valori devono intendersi come massimo raggiungibile in funzione della disponibilità di risorse di rete in quanto corrispondono al *PCR (Peak Cell Rate)* dei circuiti virtuali ATM; la banda minima garantita fino al router di accesso di InterBusiness è invece pari a metà della velocità nominale sottoscritta.

Per il canale upstream viene configurata una velocità pari al minimo tra il valore in direzione downstream e la velocità di cifra di 512 kbit/s, potendosi così ottenere sia configurazioni bilanciate che sbilanciate. Sul sistema trasmissivo ADSL attraverso il quale viene fornito il servizio Netway ADSL è configurato un singolo PVC ATM con classe di servizio *ABR (Available Bit Rate).* Caratteristica fondamentale dei PVC è che il *MCR (Minimum Cell Rate)* venga posto uguale al 50 per cento del PCR.

Anche il profilo Netway ADSL è arricchito da un pacchetto di servizi a valore aggiunto: alcuni, erogati come prestazioni standard gratuite, altri come prestazioni opzionali.

Le prestazioni standard gratuite includono: l'assegnazione degli indirizzi IP, la posta elettronica, il backup del servizio di posta elettronica del cliente sui server InterBusiness, la gestione delle procedure amministrative per la registrazione ed il mantenimento di un dominio di secondo livello, il backup del *DNS (Domain Name Server)* primario del dominio intestato al cliente, l'accesso al servizio "News", la configurazione del protocollo BGP, la gestione delle procedure per la richiesta di un *AS (Autonomous System)* e la fornitura di una terminazione intelligente di rete (una TIR).

Rientrano invece tra le prestazioni opzionali: il servizio di e-mail a cura del Centro Servizi di Telecom Italia, la gestione delle procedure amministrative per la registrazione ed il mantenimento di ulteriori domini di secondo livello, la gestione del DNS primario del cliente, i servizi di tunnelling e *NAT (Network Address Translation).*

Rispetto a quanto previsto per l'accesso Netway Direct il servizio Netway ADSL si contraddistingue per il fatto di includere la TIR tra le prestazioni standard gratuite e per l'impossibilità di offrire il backup

*(4) La configurazione del protocollo BGP e la gestione delle procedure per l'assegnazione di un AS sono previste solo per velocità di accesso uguali a 256 kbit/s o superiori.*

*(5) La configurazione del protocollo BGP e del meccanismo di tunnelling è prevista solo nel caso che il cliente richieda l'acquisto della Terminazione Intelligente di Rete. Sul meccanismo del tunnelling si veda il paragrafo 1.2.4.*



Il Centro di Gestione InterBusiness.

ISDN a causa dell'assenza di porte di questo tipo sugli apparati utilizzati come TIR.

*L'offerta Netway ISDN*

L'offerta Netway ISDN è proposta ad aziende che hanno sottoreti semplici o con LAN poco estese che intendono sviluppare applicazioni di posta elettronica, applicazioni client-server, e che vogliono accedere alle informazioni disponibili sui server di Internet mediante la rete commutata ISDN. Rispetto alle offerte basate su collegamenti dedicati (Netway Direct e Netway ADSL) l'accesso Netway ISDN consente di contenere i costi nel caso di un utilizzo non continuo del servizio.

Il servizio Netway ISDN può essere associato solo a un singolo accesso base ISDN al quale sono assegnati indirizzi IP fissi. Sono previste tre possibili configurazioni:

- *host singolo (o singola stazione di lavoro):* in questo caso al contratto stipulato dal cliente è associato un solo indirizzo IP;
- *rete locale (mini LAN):* al contratto di abbonamento sono associati più indirizzi IP, in funzione delle esigenze del cliente. In questo caso gli indirizzi utilizzabili per le stazioni client risulta al massimo di cinque;
- *rete locale (LAN):* al contratto di abbonamento sono associati più indirizzi IP, in funzione delle esigenze del cliente. Per le stazioni "client" sono utilizzabili al più 29 indirizzi.

Per garantire la sicurezza delle sessioni instaurate dal cliente, la rete verifica al momento della connessione che la chiamata provenga da una linea ISDN corrispondente ad un abbonamento attivo e che non siano in corso altri collegamenti provenienti dal medesimo numero ISDN (si accede infatti a InterBusiness con un solo canale B a 64 kbit/s). Queste verifiche sono eseguite utilizzando la prestazione ISDN di "identificazione della linea chiamante".

1.2.2 L'offerta Webgate

Il servizio Webgate è rivolto ai clienti che desiderano avere una presenza su Internet creando un sito Web. L'accesso è configurato in modo tale da avere uno sbilanciamento tra la velocità in trasmissione e quella in ricezione: il servizio Webgate ha quindi una banda dedicata in trasmissione maggiore di quella in ricezione.

L'accesso al servizio Webgate avviene tramite un PVC Frame Relay configurato tra il router presso la sede del cliente ed il router di accesso nazionale della rete InterBusiness. La sede del cliente viene collegata al più vicino punto di presenza della rete PAN mediante un circuito diretto numerico. Le velocità di accesso nominali sono: 64 kbit/s; 128 kbit/s; 256 kbit/s; 384 kbit/s; 512 kbit/s; 768 kbit/s e 2 Mbit/s. I precedenti valori corrispondono al *PIR (Peak Information Rate)* del PVC Frame Relay. Il PVC Frame Relay è inoltre caratterizzato dal valore del parametro *CIR (Committed Information Rate)* che è pari al 75 per cento del PIR nella direzione upstream (dalla sede del cliente verso rete InterBusiness) ed è invece pari al 12,5 per cento del PIR nella direzione opposta[6].

Il PVC di accesso al servizio Webgate può essere realizzato internamente alla rete PAN/ATMosfera utilizzando la funzionalità di *Service Interworking Frame Relay - ATM*.

Mediante il meccanismo di Service Interworking Frame Relay-ATM un PVC di accesso della rete PAN è prolungato su ATMosfera da un PVC ATM con classe di servizio ABR. Affinchè l'interlavoro tra i due PVC avvenga mantenendo le caratteristiche di servizio proprie del circuito Frame Relay acquistato dal cliente è necessario che i parametri ATM vengano scelti coerentemente con quelli Frame Relay. In particolare, poiché il PVC Frame Relay ha in direzione upstream il CIR uguale al 75 per cento del PIR, il MCR del PVC ATM viene posto pari al 75 per cento del PCR. Analogamente, dato che il CIR del PVC Frame Relay in direzione downstream è pari al 12,5 per cento del PIR il MCR del PVC ATM viene posto pari al 12,5 per cento del PCR[7].

Le prestazioni standard gratuite e opzionali del servizio Webgate sono le stesse previste per il servizio Netway Direct, con la variante che per velocità a partire da 512 kbit/s sono fornite gratuitamente la registrazione ed il mantenimento di cinque invece che di un solo dominio di secondo livello.

*(6) Il PVC Frame Relay è quindi asimmetrico rispetto ai valori del CIR. Si noti che per basse velocità di cifra, fino a 128 kbit/s, viene sempre configurato un CIR pari a 32 kbit/s.*

*(7) Si noti che per le basse velocità, fino a 128 kbit/s, viene comunque configurato un MCR pari a 88 celle al secondo corrispondenti a 32 kbit/s.*

1.2.3 L'offerta Big@ccess

Il servizio Big@ccess si rivolge alle aziende ed ai Service Provider con stringenti requisiti di personalizzazione e che richiedono elevate garanzie per le prestazioni. Vi sono due profili d'offerta: il primo con modalità di accesso al servizio attraverso un circuito CDN, indicato di seguito come Big@ccess Direct; il secondo con modalità di accesso al servizio attraverso ADSL e indicato di seguito come Big@ccess ADSL.

*L'offerta Big@ccess Direct*

Il profilo del servizio offerto al cliente Big@ccess Direct viene personalizzato grazie alla composizione di tre parametri di configurazione: la velocità della porta d'accesso (da 64 kbit/s a 34 Mbit/s), la banda minima garantita nazionale e la banda minima garantita internazionale.

La garanzia sulla banda internazionale e nazionale è ottenuta configurando dalla sede del cliente due differenti canali trasmissivi (PVC): il primo - dedicato e ad uso esclusivo del cliente - verso i gateway internazionali, il secondo verso la rete InterBusiness. La somma della banda garantita sui due PVC, nazionale e internazionale, non può superare la velocità trasmissiva del circuito d'accesso.

La TIR è opzionale se il cliente acquista solo banda garantita nazionale o banda garantita internazionale; negli altri casi la fornitura della TIR rientra nelle prestazioni standard del servizio.

L'accesso al servizio Big@ccess Direct in Frame Relay richiede di configurare due PVC: uno dedicato al servizio di connettività nazionale, l'altro al servizio di connettività internazionale. La sede del cliente viene collegata al più vicino punto di presenza della rete PAN mediante un circuito diretto numerico.

Le velocità contrattualizzate sia del PVC nazionale che del PVC internazionale corrispondono al minimo garantito (CIR) e sono le seguenti: 32 kbit/s; 64 kbit/s; 128 kbit/s; 256 kbit/s; 384 kbit/s; 512 kbit/s; 768 kbit/s e 1024 kbit/s.

I PVC Frame Relay sono inoltre caratterizzati dal valore del parametro PIR che, compatibilmente con la velocità trasmissiva del circuito di accesso, è pari al doppio del CIR.

Ad esempio, un cliente collegato con un circuito CDN a 256 kbit/s potrà chiedere di essere collegato mediante un PVC con banda minima garantita pari a 32 kbit/s, 64 kbit/s, e 128 kbit/s. Per un CIR pari a 32 kbit/s il PIR sarà di 64 kbit/s, per uno pari a 64 kbit/s il PIR sarà di 128 kbit/s e per uno pari a 128 kbit/s il PIR sarà di 256 kbit/s.

È consentita la configurazione di un CIR maggiore della metà della velocità trasmissiva del circuito d'accesso, ma in questo caso non può essere garantito un picco pari al doppio del CIR. Se ad esempio un cliente che ha un circuito con velocità pari a 384 kbit/s richiede un PVC con CIR pari a 256 kbit/s può ottenerlo, ma il corrispondente PIR dovrà necessariamente essere di 384 kbit/s.

I PVC Frame Relay sono di tipo simmetrico; di conseguenza i valori del PIR e del CIR sono gli stessi in entrambe le direzioni trasmissive, upstream e downstream. Come nel caso dei servizi Netway e Webgate, anche i PVC di accesso al servizio Big@ccess di tipo Direct possono essere realizzati all'interno della rete PAN/ATMosfera utilizzando la funzionalità di Service Interworking Frame Relay - ATM.

È possibile sottoscrivere solo il servizio di connettività nazionale, oppure solo quello di connettività internazionale o anche aderire ad entrambi. Le capacità dei due PVC - nazionale e internazionale - possono essere scelte indipendentemente l'una dall'altra a condizione di non superare complessivamente la velocità trasmissiva del circuito d'accesso.

*L'offerta Big@ccess Direct via ATMosfera*

L'accesso a InterBusiness mediante *VC (Virtual Circuit)* ATM da sedi connesse alla rete ATMosfera, consente ai clienti di utilizzare i servizi IP del contratto Big@ccess con velocità superiori a quelle dei PVC Frame Relay.

L'offerta prevede di configurare PVC distinti per l'accesso ai servizi di connettività nazionale e internazionale. La sede del cliente è collegata al più vicino punto di presenza della rete ATMosfera mediante un circuito diretto numerico. Le velocità di accesso indicate nei contratti, sia del PVC nazionale sia di quello internazionale, sono: 256 kbit/s; 384 kbit/s; 512 kbit/s; 768 kbit/s e tutti i multipli di 1 Mbit/s fino alla velocità massima di 25 Mbit/s.

I precedenti valori corrispondono al minimo garantito del PVC ATM. I PVC ATM sono inoltre caratterizzati dal valore del parametro *PCR (Peak Cell Rate)* che, compatibilmente con la capacità trasmissiva del circuito d'accesso, è pari al doppio del *MCR (Minimum Cell Rate)*.

LA RETE INTERBUSINESS

- **La rete InterBusiness costituisce l'infrastruttura di trasporto nazionale per tutti i servizi IP di Telecom Italia. Alla rete InterBusiness afferiscono le reti di accesso TIN e ArcIPelago; la prima dedicata ai clienti residenziali e a quelli *SOHO (Small Office Home Office),* la seconda impiegata per il servizio di rete privata virtuale IP. Tramite InterBusiness viene inoltre offerto l'accesso ad Internet, attraverso collegamenti internazionali che a fine anno raggiungeranno la capacità complessiva di 1 Gbit/s.**

IL SERVIZIO ARCIPELAGO

- **ArcIPelago è il servizio di accesso commutato alla rete IP di uno specifico Service Provider ovvero alla rete privata di una azienda mediante collegamenti telefonici della rete pubblica *PSTN (Public Switched Telephone Network)* o di quella con terminazioni ISDN. Il trasporto delle informazioni è realizzato tramite il meccanismo di tunnelling IP che garantisce i requisiti fondamentali di sicurezza (autenticazione, controllo d'accesso e segretezza) sui quali si basano tutte le *RPV (Reti Private Virtuali)* IP.**

Per le velocità superiori a 2 Mbit/s il circuito diretto numerico che collega la sede del cliente con la rete ATMosfera ha una velocità di cifra di 34 Mbit/s. La massima velocità consentita dalla porta ATM è in questo caso di 25 Mbit/s. Risulta quindi evidente che il PCR configurato sul PVC di accesso non potrà mai eccedere questo limite superiore. Qualora venga richiesto un MCR maggiore di 12 Mbit/s viene quindi meno la condizione per la quale il picco risulta pari al doppio del MCR.

I PVC ATM sono di tipo simmetrico; di conseguenza i valori del PCR e del MCR sono gli stessi in entrambe le direzioni trasmissive, upstream e downstream.

È possibile sottoscrivere un contratto per il solo servizio di connettività nazionale, o solo per quello di connettività internazionale oppure firmare per entrambi. Le capacità dei due PVC, nazionale ed internazionale, possono essere scelte indipendentemente l'una dall'altra, fermo restando il vincolo che la somma delle rispettive bande minime garantite deve essere inferiore alla velocità del circuito fisico sul quale sono configurati i PVC.

*L'offerta Big@ccess ADSL*

L'attuale offerta Big@ccess ADSL prevede esclusivamente il servizio di connettività nazionale.

Le velocità indicate nei contratti corrispondono al minimo garantito (MCR) sul canale downstream e sono: 128 kbit/s, 256 kbit/s, 512 kbit/s, 768 kbit/s e 1024 kbit/s.

Per il canale upstream (dal cliente verso la rete) viene configurata una banda minima garantita pari al minimo tra il valore in direzione downstream e 256 kbit/s, potendosi così ottenere sia configurazioni bilanciate che sbilanciate. I PVC ATM trasportati dal sistema trasmissivo ADSL hanno una classe di servizio ABR e sono caratterizzati, oltre che dal minimo garantito (MCR) dal valore del parametro *PCR* che è pari al doppio del MCR. La velocità di picco dei PVC è quindi il doppio del minimo garantito.

1.2.4 Prestazioni opzionali

In questo paragrafo sono descritte in particolare le prestazioni opzionali più significative dell'offerta InterBusiness oggi proposta alla clientela di Telecom Italia a partire dalle caratteristiche principali relative al *TIR (Terminazione Intelligente di Rete).*

*La posta elettronica*

La posta elettronica è un'applicazione fondamentale e tra le più usate in Internet che è offerta ai clienti che abbiano sottoscritto un abbonamento *Netway, WebGate o Big@ccess.*

Ciascun utilizzatore ha a disposizione una casella di posta *(mailbox)* privata nella quale sono depositati i messaggi a lui indirizzati. Il protocollo che su InterBusiness gestisce questo tipo di servizio si chiama *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)* [3]. Ai clienti è assegnato un indirizzo del tipo:

1. nome.cognome@interbusiness.it
2. nome.cognome@azienda.interbusiness.it
3. nome.cognome@azienda.it

Il terzo tipo di indirizzo è utilizzabile solo dai clienti che dispongono di un dominio di secondo livello (le procedure di registrazione del dominio di secondo livello sono seguite da Telecom Italia secondo le modalità previste dal contratto sottoscritto dal cliente).

Con l'assegnazione di un indirizzo di posta elettronica è messo a disposizione del cliente uno spazio su disco riservato, per contenere la posta. Questo spazio ha ovviamente un limite massimo di capacità. I limiti attuali sono:

- 10 MByte per ogni singolo messaggio. Non sono quindi accettati messaggi di dimensioni maggiori;
- 10 MByte in totale per la casella riservata. Se si supera questo valore i messaggi più vecchi sono eliminati fino a rientrare entro 7 MByte. I messaggi eliminati sono comunque conservati, ancora per una settimana, in una memoria temporanea a cui si può accedere per registrarli sul proprio PC, qualora essi fossero ancora di interesse del singolo utilizzatore.

*La terminazione intelligente di rete (TIR multiporta)*

L'opzione *TIR (Terminazione Intelligente di Rete)* multiporta è orientata verso i clienti che, per esigenze di affidabilità o di prestazioni (miglioramento del throughput), richiedono più collegamenti afferenti a una stessa sede. La soluzione multiporta presenta numerose prestazioni di rilievo. Tra queste quelle maggiormente significative sono:

- l'impiego fino a quattro circuiti diretti a 2048 kbit/s;
- una velocità di ciascun circuito pari ad almeno 384 kbit/s;
- l'utilizzo dei circuiti a divisione di carico;
- la configurazione del TIR con un'interfaccia LAN di tipo Fast Ethernet se la velocità complessiva dei circuiti è superiore a 2048 kbit/s.

Per migliorare l'affidabilità dell'accesso multiporta è possibile, su richiesta del cliente, attestare i circuiti su due PoP distinti. In questo caso è necessario tuttavia che i due PoP appartengano alla stessa area OSPF (Open Shortest Path First) di InterBusiness.

*Il servizio di tunnelling*

Il servizio di tunnelling[8] rientra nelle prestazioni fornite in maniera opzionale con le offerte Netway, WebGate e Big@ccess e si rivolge alla clientela che voglia collegare un certo numero di sedi periferiche - dell'ordine della decina - a una sede centrale. Questa tipologia a stella (figura 5) è realizzata quindi nell'ipotesi che gli interessi di traffico tra le sedi periferiche siano marginali e che, viceversa, la maggior parte del traffico avvenga da e verso la sede centrale. Non viene naturalmente impedito che i dati siano scambiati tra due o più sedi periferiche attraverso la sede centrale.

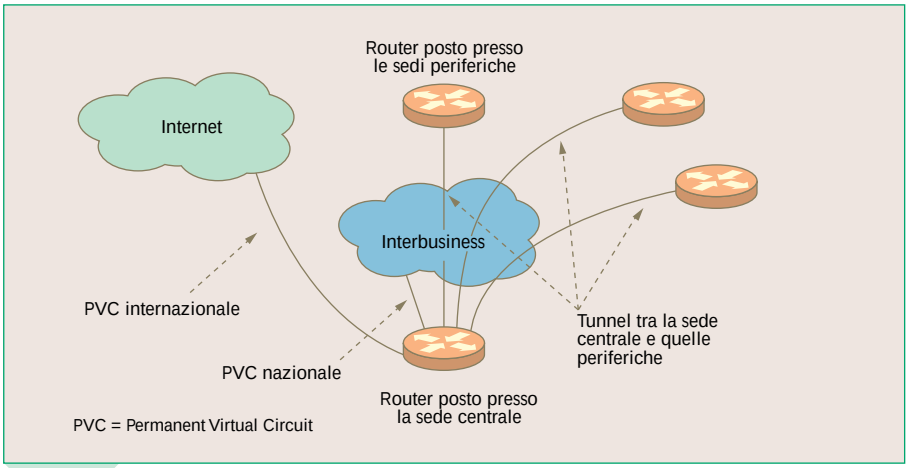



**Figura 5** *Configurazione di riferimento del servizio di tunnelling IP.*

La sede centrale costituisce anche il punto di interconnessione a Internet. Sebbene questa sede sia l'unica ad avere un collegamento internazionale, le sedi periferiche hanno ugualmente accesso a Internet attraverso il router della sede centrale.

Questa opzione presenta alcuni vincoli tecnico-gestionali quali:

- sul medesimo router sono configurabili fino a 16 tunnel;
- la velocità del collegamento della sede centrale, a causa dell'overhead di protocollo introdotto dal tunnelling (IP su IP), deve essere almeno un quarto di quella utilizzata da tutti i collegamenti delle sedi periferiche;
- non sono disponibili liste di accesso per la protezione della rete del cliente sul router con funzione di centro stella.

*Il Back-up ISDN dell'accesso (di prossima introduzione)*

L'opzione di reinstradamento automatico ISDN dell'accesso diretto a InterBusiness, realizzato su circuiti CDN, è disponibile per i clienti con contratti Netway, Webgate e Big@ccess che utilizzino velocità di accesso di 64 kbit/s o maggiore. La funzionalità di back-up è realizzata inserendo nel TIR del cliente un accesso base ISDN. Quando il collegamento con il PoP della rete InterBusiness non è disponibile - per un'interruzione dei circuiti CDN o del router di accesso - la continuità del servizio è garantita mediante l'instaurazione di una connessione commutata ISDN da parte del TIR che effettua la chiamata verso un numero verde. Una volta ripristinato il normale funzionamento del collegamento principale alla rete InterBusiness, la connessione ISDN è abbattuta e il traffico è nuovamente instradato sulla linea dedicata.

La funzionalità di back-up prevede la presenza di un accesso base presso il cliente, con un canale B dedicato a questo scopo. Poiché il back-up è realizzato utilizzando un solo canale ISDN, la banda disponibile è di 64 kbit/s. Qualora il cliente abbia sottoscritto un contratto che prevede la prestazione di *BMG (Banda Minima Garantita)*, questa prestazione non è più assicurata per l'intera durata della connessione commutata. La funzionalità di back-up è attivata solo quando si interrompe il collegamento relativo al traffico nazionale[9].

*ArcIPelago e le reti private virtuali IP commutate*

ArcIPelago è il servizio di accesso commutato o alla rete IP di uno specifico Service Provider ovvero alla rete privata di una azienda mediante collegamenti telefonici della rete pubblica PSTN o di quella con terminazioni ISDN. Il trasporto delle informazioni è realizzato tramite il meccanismo di tunnelling IP che garantisce i requisiti fondamentali di sicurezza (autenticazione, controllo d'accesso e segretezza) sui quali si basano tutte le *RPV (Reti Private Virtuali)* IP.

ArcIPelago consente ai Service Provider di rispar-

*(8) La tecnica del tunnelling garantisce che siano soddisfatti i requisiti di sicurezza e di interoperabilità, in quanto permette di attraversare sottoreti IP che non sono in grado di gestire indirizzi privati o protocolli particolari, eventualmente anche diversi dall'IP. I pacchetti per i quali è richiesto il tunnelling sono imbustati all'interno del campo dati di altri pacchetti IP, con indirizzi che possono essere correttamente instradati, e ad essi è affidato il trasporto fino all'altro estremo del tunnel dove sono estratti in modo da ricostruire l'informazione originaria.*

*(9) Questa modalità di funzionamento è stata scelta in modo da garantire che in caso di caduta del PVC internazionale il circuito di accesso nazionale sia in grado di assicurare il reinstradamento del traffico internazionale e svolga quindi implicitamente la funzione di backup. Inoltre, il collegamento ISDN è attivato da un meccanismo di livello 3 basato sul protocollo OSPF (Open Shortest Path First) presente esclusivamente sul PVC nazionale.*

miare nella realizzazione di una propria infrastruttura di accesso (PoP) in quanto, invece che investire in apparati di proprietà essi possono utilizzare i *NAS (Network Access Server)* di Telecom Italia condividendone i costi con altri clienti.

I NAS, realizzati con tecnologia Ascend, sono collegati alla rete InterBusiness, che costituisce la dorsale IP del servizio, ed a flussi primari ISDN per la raccolta del traffico generato dai clienti della PSTN o dell'ISDN.

L'architettura di accesso (figura 6) comprende un *Proxy Server RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)* [4], [5] presso il *CGI (Centro di Gestione InterBusiness)*, con funzioni di gestione degli identificativi *(user name)* degli utilizzatori finali. L'accesso dalla PSTN avviene a velocità sino a 56 kbit/s; l'accesso ISDN avviene a 64 kbit/s. Il protocollo di livello 2 è il *PPP (Point to Point Protocol)* [6]. Ciascun PoP è raggiungibile attraverso un numero telefonico unico, condiviso tra tutti i *SP (Service Provider)* che hanno aderito al servizio. Analogamente a quanto accade per i centralini telefonici, le chiamate verso il medesimo PoP vengono ripartite, a rotazione, sui diversi NAS del PoP che, a loro volta, impegnano in sequenza i modem con i quali sono equipaggiati. Il fornitore di servizio deve specificare quali sono i PoP che intende utilizzare, indicando per ciascuno di essi le user name abilitate all'accesso.

Le comunicazioni tra un cliente PSTN connesso al PoP e la rete del Service Provider si svolgono secondo un meccanismo di tunnelling IP su IP, la cui instaurazione avviene impiegando il protocollo *ATMP (Ascend Tunnelling Management Protocol)*.

L'offerta prevede diverse opzioni per l'accesso alla rete:

- *User name Standard:* per l'intero giorno da un unico PoP;
- *User name Mobile:* per l'intero giorno da qualunque PoP;
- *User name Family:* da un unico PoP, dalle 20 alle 8, e per l'intero giorno durante il week end;
- *User name ISDN:* per l'intero giorno da qualunque PoP (il titolare di una user name ISDN può accedere anche dalla PSTN);
- *User name JOLLY:* per l'intero giorno da qualunque PoP, senza il vincolo di dover comunicare la singola username a Telecom Italia[10]. In questo caso il Service Provider sottoscrive un contratto sul numero di connessioni contemporanee che vuole ricevere.

In un futuro prossimo sarà commercializzato il servizio *MyWay*, che estende le attuali opzioni ArcIPelago consentendo al Service Provider di personalizzare le modalità di accesso disponibili per singolo PoP. MyWay utilizza un numero telefonico dedicato per ogni service provider.

*IPerSpace*

L'offerta IPerSPACE [7] risponde all'esigenza crescente di connettività basata sul protocollo di rete IP, con particolare riferimento alla trasmissione di contenuti multimediali, costituiti da una mole quantitativamente significativa di dati, da una sede centrale verso un insieme di utilizzatori periferici assai vasto e largamente diffuso sul territorio.

In accordo con le scelte già fatte per la diffusione via satellite di segnali televisivi numerici, il servizio IPerSPACE utilizza la tecnologia di trasmissione a standard *DVB (Digital Video Broadcasting)*, che consente l'utilizzo della stessa piattaforma numerica di trasmissione su un satellite Eutelsat della famiglia degli Hot Bird, caratterizzati da una posizione orbitale geostazionaria a 13°E.

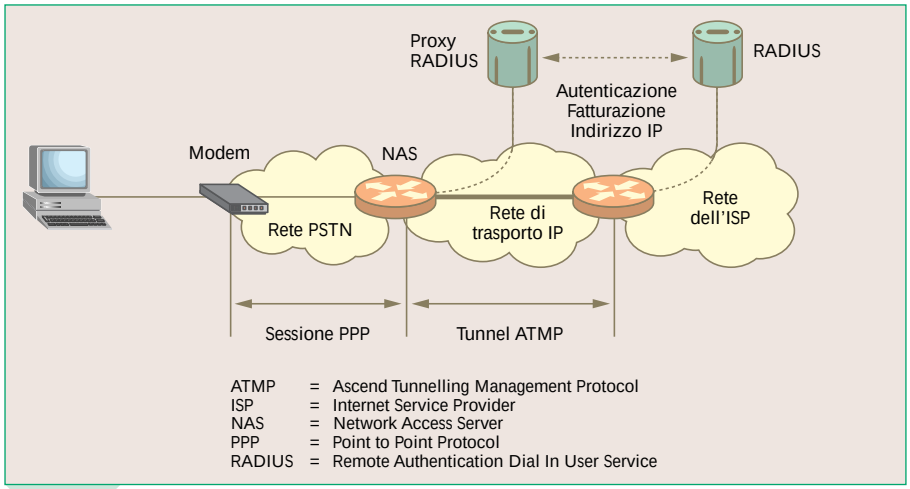



**Figura 6** *Accesso alla rete privata mediante tunnelling.*

In particolare la trasmissione via satellite permette l'utilizzo della modalità IP multiaccesso *(multicast)* con la quale i contenuti informativi possono essere trasferiti ad elevata velocità e simultaneamente verso un numero elevato di postazioni periferiche disposte entro l'area di copertura del satellite, con costi trasmissivi indipendenti dal numero delle sedi riceventi. Nel caso di utilizzo di un canale di ritorno terrestre possono essere realizzati servizi interattivi tramite collegamenti sbilanciati (alta velocità dal centro verso le stazioni periferiche e bassa velocità nel senso inverso).

L'offerta IPerSPACE è disponibile sull'intero territorio nazionale ed in tutta l'area coperta dal satellite utilizzato. L'infrastruttura del sistema predisposto per l'offerta IPerSPACE è composta da alcuni moduli

*(10) In questo caso il proxy si limita a contare il numero di clienti collegati ad un certo Service Provider, senza entrare nel merito degli identificativi degli utilizzatori collegati. Questa verifica è infatti completamente attribuita al Service Provider.*

funzionali, indicati nella figura 7. Essi permettono di svolgere tutte le attività necessarie per l'erogazione del servizio; in particolare si distinguono: il *CS (Centro Servizi)*, l'Hub satellitare ed il client satellitare.

Nel CS sono presenti tutti i sistemi hardware e software che permettono alle informazioni pervenute dal cliente (che in questo caso svolge il ruolo di fornitore dei contenuti informativi), in formato IP, di essere rese disponibili per la successiva codifica e trasmissione sul satellite. Oltre alle funzioni di base relative alla gestione delle risorse trasmissive ed alla registrazione e produzione dei dati di tariffazione, il centro servizi contiene le applicazioni di trasmissione diffusiva *(broadcasting)*, i firewall, i server WWW, i *FTP (File Transfert Protocol)* ed il *DNS (Domain Name System)*.

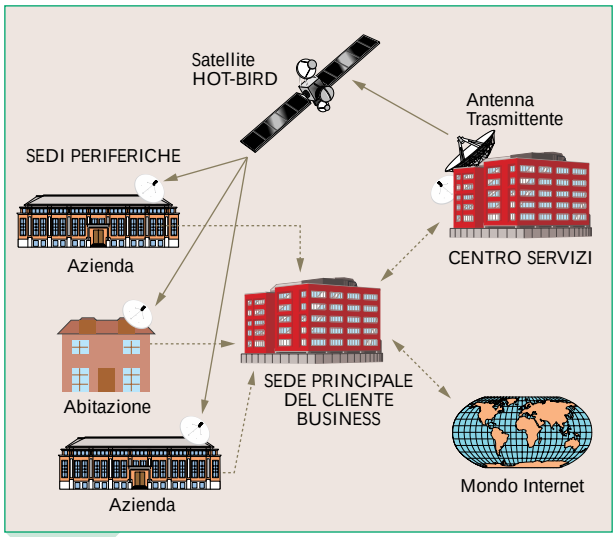



**Figura 7** *Funzionamento del servizio IperSpace.*

L'Hub satellitare è composto dagli apparati della piattaforma numerica necessari per la codifica DVB e per la distribuzione via satellite dei pacchetti IP.

Il Client satellitare è la terminazione remota composta da un'antenna parabolica di piccole dimensioni (del tipo normalmente utilizzato per la ricezione delle stazioni televisive sui canali numerici), da un'idonea scheda da inserire in un Personal Computer e dal relativo software di utilizzo. La scheda è in grado di ricevere i dati via satellite, di estrarre i pacchetti IP e di trasferirli al bus PCI all'interno del PC.

In caso di necessità, il canale di ritorno terrestre tra client satellitare e il centro servizi per il funzionamento in modalità interattiva è realizzato tramite le modalità standard di comunicazione in ambito IP. Il canale di ritorno terrestre passa comunque per la sede centrale del Cliente, interfaccia unica verso il centro.

*Il servizio di video comunicazione su IP (VideoNet)*

VideoNet è il nome commerciale dato al servizio di videocomunicazione su IP [8] che comincerà a essere sperimentato a partire da gennaio del prossimo anno in cinque città: Milano, Roma, Padova, Torino e Napoli. Le principali caratteristiche di VideoNet sono le seguenti:

- si basa sullo standard ITU-T H.323;
- consente sia comunicazioni punto-punto tra coppie di interlocutori sia videocomunicazioni tra più utenti;
- offre la possibilità di chiamare postazioni ISDN mediante la funzionalità di accesso legate alla Raccomandazione ITU-T H.320;
- prevede l'utilizzo di strumenti di ausilio al lavoro cooperativo (ad esempio la condivisione di applicativi).

Le sessioni di videocomunicazione possono avere due livelli di qualità: standard (a 128 kbit/s) o ad alta definizione (a 384 kbit/s); quelle ad alta definizione richiedono l'installazione di una scheda di codifica sul PC dell'utilizzatore, mentre quelle standard impiegano solo una codifica software.

Il servizio VideoNet è offerto ai clienti della rete InterBusiness dotati di collegamento con banda garantita non inferiore a 256 kbit/s. Tipicamente presso una delle sedi del cliente possono essere installate fino a dieci postazioni d'utente; si possono effettuare una sessione ad alta definizione (384 kbit/s) o tre sessioni standard (128 kbit/s) contemporanee. L'unità che controlla le sessioni di videocomunicazione relative ad un dato utente *(gatekeeper)* svolge la funzione di *Call Admission Control* e regola l'utilizzo del servizio ed impedisce che vengano attivate più comunicazioni di quelle consentite dalla banda disponibile.

*1.3 Architettura di rete per il servizio VideoNet*

VideoNet sarà realizzato introducendo in rete le tecnologie che permettono il trattamento differenziato del traffico. Sin dall'inizio saranno introdotti due livelli di qualità: *premium*, per i flussi video ad alta priorità che richiedono elevate prestazioni in termini di ritardo in ricezione e di perdita, e *best-effort*, che viceversa non fornisce garanzie di qualità e utilizza le risorse disponibili in funzione dello stato di occupazione della rete.

Il circuito di accesso attraverso il quale è offerto il servizio VideoNet è lo stesso utilizzato per gli altri servizi InterBusiness: per trattare insieme le due tipologie di dati si usano le tecniche di classificazione dei pacchetti IP e di assegnazione di priorità a diversi flussi di traffico. Una porzione di banda è riservata alle comunicazioni video (384 oppure 256 kbit/s), ma in assenza di queste comunicazioni il circuito virtuale permanente (PVC) Frame Relay può essere interamente utilizzato per il traffico dati. La quota parte di banda riservata per le videocomunicazioni deve essere garantita dalla rete. La minima velocità di cifra dell'informazione richiesta (CIR) del circuito virtuale permanente (PVC) del cliente è impostato ad un valore almeno pari alla banda riservata.

In figura 8 sono mostrate le componenti che concorrono all'architettura funzionale del servizio VideoNet. Il controllo delle sessioni di videoconferenza è realizzato su apparati collocati in parte in rete, in parte presso la residenza del cliente.

Le funzionalità di numerazione, autenticazione e fatturazione sono svolte dal gatekeeper che in particolare permette di effettuare: la traduzione degli identificativi secondo la Raccomandazione ITU-T E.164 o

mnemonici nei corrispondenti indirizzi IP, la gestione della banda (per limitare il numero di sessioni attive contemporaneamente) e l'instradamento della chiamata in accordo alla Raccomandazione ITU-T H.323 verso zone controllate da altri gatekeeper.

La funzione di gatekeeper è svolta con apparati (Cisco 2500 o 3600) installati presso le sedi dei clienti che corrispondono ad altrettante zone che operano in accordo con la Raccomandazione ITU-T H.323. Gli stessi apparati possono funzionare anche da *proxy H.323* qualora sussistano specifici requisiti di sicurezza.

L'architettura di VideoNet prevede anche di utilizzare servizi di rete per la conversione di nomi logici (DNS) e servizi di *Authentication, Authorization and Accounting* basati su server RADIUS/TACACS+.

In una fase successiva della sperimentazione saranno impiegati apparati per la multi-videoconferenza e gateway che rispondono allo standard ITU-T H.320 che consentano di estendere il servizio già offerto ai clienti di InterBusiness fino ai clienti della rete ISDN.

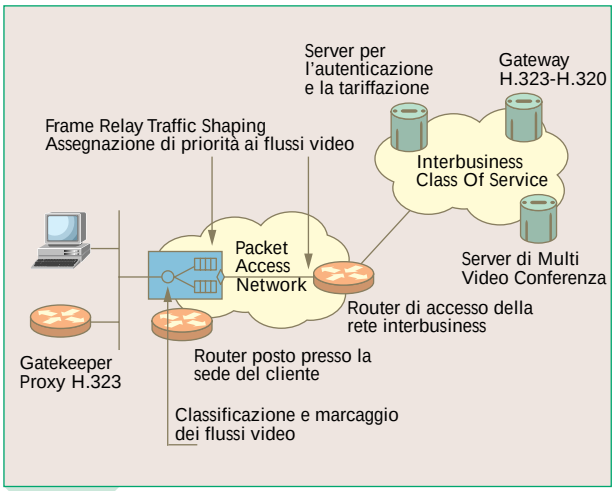



**Figura 8** *Architettura funzionale del servizio VideoNet.*

In figura 8 sono mostrati anche i meccanismi richiesti per differenziare i livelli di qualità IP dei flussi video rispetto al traffico di dati. La classificazione agisce sul traffico entrante dalla porta Ethernet del TIR e consiste nel marcare i pacchetti IP appartenenti alle sessioni di videocomunicazione con un opportuno valore del campo *ToS (Type of Service)*. Il riconoscimento dei pacchetti video avviene mediante una lista d'accesso che tiene conto degli indirizzi IP sorgente e dei numeri di porta caratteristici delle applicazioni di videocomunicazione.

Sul traffico tra il TIR ed il router di accesso sono attivati, in entrambe le direzioni trasmissive, algoritmi per il trattamento differenziato del traffico precedentemente classificato (ad esempio custom queuing). In questo modo si riesce a riservare la banda richiesta dal traffico premium. Nel verso che va dal router di accesso al TIR la classificazione del traffico viene effettuata in base all'informazione del tipo di servizio richiesto (campo del ToS) dei pacchetti ricevuti dalla rete dorsale *(backbone)*, così da preservare le priorità richieste dalle sorgenti fino alla destinazione. Agli estremi del PVC che collega il TIR al router di accesso è inoltre prevista la funzione di *Frame Relay Traffic Shaping* per evitare che si perdano alcune trame in caso di congestione della rete.

La figura 8 mette in evidenza il disaccoppiamento che permette di separare le funzionalità proprie della rete di accesso (aggregazione e classificazione del traffico, applicazione delle politiche di servizio, gestione delle priorità del traffico, gestione della banda) da quelle che devono essere predisposte nel backbone (trasporto ad alta velocità, trattamento del traffico secondo le *CoS (Class of Service)*[11], gestione della congestione). Questa distinzione, oltre a rispondere ai criteri di progettazione strutturata della rete InterBusiness, risulta particolarmente conveniente per la scelta dei rilasci software da utilizzare.

## 2. Conclusioni

In poco tempo i servizi IP hanno raggiunto anche in Italia una popolarità ed una diffusione che ne fanno un autentico fenomeno sociale oltre che uno tra i più rilevanti settori del mercato delle telecomunicazioni. Il numero dei clienti, sia residenziali che business, è in rapido aumento e le previsioni accreditano un ulteriore incremento del tasso di crescita nei prossimi mesi, sostenuto da nuovi modelli di servizio (si pensi all'offerta gratuita di Tiscali, TIN.it, Infostrada e di altri) che favoriscono la diffusione presso il grande pubblico.

Telecom Italia è stato tra i promotori dello sviluppo di Internet nel nostro Paese ed è tuttora un protagonista, con circa il 50 per cento della clientela. Alla prima iniziativa, avviata nel 1996, con la rete InterBusiness, rivolta alle aziende, hanno fatto seguito altri servizi caratterizzati in parte dalla intenzione di rispondere a requisiti di un mercato eterogeneo - quali i fornitori di servizio -gli Internet Service Provider- i clienti residenziali, gli uffici, le scuole - e in parte dalla possibilità di avvalersi di nuove tecnologie che aprono la prospettiva a sviluppi interessanti, sia in termini commerciali (commercio elettronico) che funzionali.

Tra gli aspetti che nei prossimi mesi caratterizzeranno maggiormente l'evoluzione dell'offerta di Telecom Italia può essere segnalato l'elevato impegno necessario per sostenere la crescita di TIN, che ha già acquisito un milione di clienti.

D'altro canto, l'offerta rivolta alla clientela Affari sarà arricchita con servizi a qualità differenziata quali le Reti Private Virtuali, il video e la voce su IP; l'obiettivo è, in questo caso, quello di fornire attraverso il protocollo IP tutte le principali applicazioni utilizzate all'interno delle aziende.

[11] *Class Of Service. In figura 8 la denominazione IBS+ sta ad indicare che, per gestire le diverse classi di servizio, la rete InterBusiness è stata arricchita con meccanismi che permettono di privilegiare il traffico video rispetto al traffico dati tradizionale.*

La personalizzazione delle soluzioni è, infine, uno degli elementi che qualificano il servizio offerto ai maggiori clienti, siano essi fornitori di servizi (ISP), aziende o fornitori di informazioni. Grande importanza assumono quindi gli aspetti relativi all'assistenza tecnica. Può essere in proposito ricordato che Telecom Italia sta provvedendo a elevare il livello di automatizzazione dell'intero processo di rilevazione dei guasti *(trouble ticketing)* per consentire un maggiore controllo di tutte le fasi di gestione della segnalazione del guasto.

In questo modo la Società ritiene di aver risposto in maniera adeguata alle attese già manifestate o ancora latenti dei suoi clienti potenziali.

## Bibliografia


[1] D'Acunto, C.: *I servizi IP di Telecom Italia: l'offerta per la clientela residenziale.* Su questo stesso numero del "Notiziario Tecnico Telecom Italia".

[2] Cicchetti, A.; Gori, F.: *Normativa tecnico commerciale del servizio InterBusiness.* 15 giugno 1999.

[3] Postel, S.J.: *Simple Mail Transfer Protocol.* RFC 821, 08 gennaio 1982.

[4] Rigney, C.; Rubens, A.: *Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS).* RFC 2138, aprile 1997.

[5] Rigney, C.: *RADIUS Accounting.* RFC 2139, aprile 1997.

[6] Simpson, W.: *The Point-to-Point Protocol (PPP).* RFC 1548, 12 settembre 1993.

[7] De Franciscis, A.: *Normativa tecnico commerciale per l'offerta IPerSPACE.* Documento interno Telecom Italia, ottobre 1999.

[8] Montechiarini, C.: *Studi di fattibilità del servizio di videocomunicazione su IP.* Documento interno Telecom Italia, 15 gennaio 1999.




*Claudio Montechiarini* si è laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli studi di Roma "La Sapienza". Dal 1992 ha lavorato nella Direzione Rete di Telecom Italia. Ha operato principalmente nell'ambito dei servizi di trasmissione dati, occupandosi in particolare degli aspetti di sicurezza e gestione. Fino al 1994 si è dedicato allo sviluppo delle piattaforme di CNM (Customer Network Management) e CSM (Customer Service Management) adottate nel Centro Nazionale di Assistenza per la supervisione ed il controllo delle reti dei Clienti Business. Nel corso del 1995 si è dedicato allo sviluppo di sistemi di supporto al lavoro cooperativo basate su infrastrutture di rete IP ad uso interno (Intranet). Nei due anni successivi (1996-97) ha collaborato alle principali sperimentazioni di servizi IP ad alta velocità basate su reti di trasporto ATM e su tecnologie di accesso ADSL e Cable Modem. Dal mese di settembre 1998 si occupa dello sviluppo e delle problematiche tecniche relative alla rete Interbusiness. Fa ora parte della funzione di Ingegneria dei Servizi della Direzione Rete.

## Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| ABR | Available Bit Rate |
| ADSL | Asymmetric Digital Subscriber Line |
| AS | Autonomous System |
| ATMP | Ascend Tunnelling Management Protocol |
| BGP | Border Gateway Protocol |
| BMG | Banda Minima Garantita |
| CGI | Centro di Gestione InterBusiness |
| CHAP | Challenge Handshake Authentication Protocol |
| CDN | Circuito Diretto Numerico |
| CIR | Committed Information Rate |
| CoS | Class of Service |
| CS | Centro Servizi |
| DNS | Domain Name System |
| DVB | Digital Video Broadcasting |
| FTP | File Transport Protocol |
| IRC | Internet Relay Chat |
| ISDN | Integrated Services Data Network |
| ISP | Internet Service Provider |
| LAN | Local Area Network |
| MCR | Minimum Call Rate |
| MSS | Mail Storage System |
| MTA | Mail Transfer Agent |
| NAS | Network Access Server |
| NAT | Network Address Translation |
| OSPF | Open Shortest Path First |
| PAN | Packet Access Network |
| PAP | Password Authetication Protocol |
| PCR | Peak Cell Rate |
| PIR | Peak Information Rate |
| PoP | Point of Presence |
| PoP3 | Post Office Protocol 3 |
| PPP | Point to Point Protocol |
| PSTN | Public Switched Telephone Network |
| PVC | Permanent Virtual Connection |
| RADIUS | Remote Authentication Dial In User Service |
| RDBMS | Relational Data Base Management System |
| RFC | Request For Comments |
| RIPE | Réseaux IP Européens |
| RPV | Reti Private Virtuali IP |
| SMS | Subscriber Management System |
| SMTP | Simple Mail Transfer Protocol |
| SOHO | Small Office Home Office |
| SP | Service Provider |
| TAM | Terminazione d'Accesso Multiservizio |
| TIN | Telecom Italia Net |
| TIR | Terminazione Intelligente di Rete |
| TOL | Telecom On Line |
| ToS | Type of Service |
| UNI | User Network Interface |
| VC | Virtual Circuit |
| WRED | Weighted Random Early Discard |

# I servizi IP di Telecom Italia: l'offerta per la clientela residenziale

CARLO D'ACUNTO

*TIN (Telecom Italia Net), il servizio di accesso a Internet per la clientela residenziale, ha superato alla fine di ottobre di quest'anno il milione di clienti.*
*Le caratteristiche principali del servizio sono la rete di accesso, che si appoggia alla rete Interbusiness, un sistema di gestione dei clienti centralizzato, servizi di base (posta elettronica, news, chat, ...) con elevata qualità misurata con adeguati sistemi di monitoraggio, servizi Web ridondati e modulari, portali Web tematici continuamente aggiornati, servizi di comunità virtuale, customer care qualificato e gratuito.*
*La diffusione di TIN è capillare sul territorio nazionale attraverso punti di accesso alla rete telefonica generale e all'ISDN; l'offerta, per quanto riguarda l'accesso, è diversificata in abbonamenti Premium, che prevedono un canone annuale con servizi esclusivi a valore aggiunto, e in abbonamenti gratuiti (Clubnet), che si basano su un modello di business con ritorni dal traffico telefonico.*
*L'architettura dei Data Center TIN soddisfa requisiti di affidabilità e scalabilità: tutti i servizi sono infatti costruiti per poter crescere su scala industriale, presentando caratteristiche di registrazione online; self provisioning nei sistemi di erogazione; adattabilità a milioni di clienti. Le soluzioni tecniche utilizzate per la realizzazione di TIN si basano sull'adozione dei più affermati standard di mercato, con le realizzazioni commerciali e di pubblico dominio più robuste e affidabili, scelte a valle di accurati benchmarking. Tutto in TIN è rigorosamente standardizzato, aperto quindi dal punto di vista dell'integrabilità, ed è compatibile con gli strumenti comuni disponibili al cliente.*

## 1. Introduzione

*TIN (Telecom Italia Net)* è il servizio di Telecom Italia per l'accesso a Internet della clientela residenziale e small business. È offerto, con varie forme di abbonamento *(Premium e Clubnet)* per la rete *PSTN (Public Switched Telephone Network)* e la rete ISDN e dispone di oltre 6100 punti di accesso *PoP (Point of Presence)* sul territorio nazionale, coprendo quasi completamente le aree urbane.

L'offerta Internet di Telecom Italia per la clientela di massa nasce nel 1995 con il nome di *TOL (Telecom On Line)* e con l'ingresso solo sugli accessi ISDN. L'anno successivo, con l'acquisizione di *VOL (Video On Line)* - l'Internet Service Provider italiano a quel tempo con il maggior numero di abbonati: circa 40 mila - l'offerta si integra con l'accesso sulla PSTN; e, nel marzo del 1997 - completata la fase di integrazione dei sistemi di erogazione e gestione - i due servizi, TOL e VOL, sono unificati e danno vita a TIN. Nell'ottobre di quest'anno TIN ha circa 650 mila abbonati Premium e 350 mila abbonati *Clubnet*.

Il servizio TIN è il risultato di un gruppo di lavoro costituito da tecnici di Telecom Italia, CSELT, Saritel e dai principali fornitori hardware e software. Esso è realizzato con due Centri Servizi (Cagliari: sede di

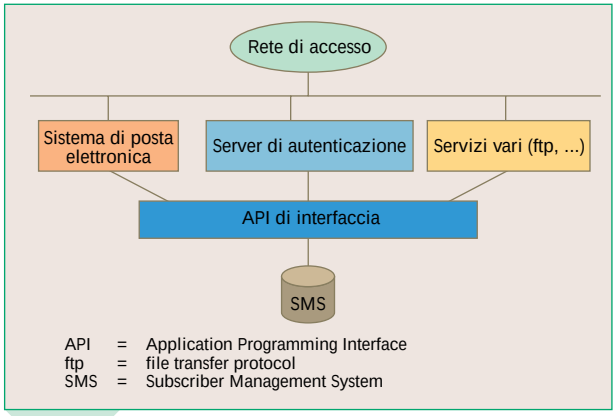



**Figura 1** *Architettura generale di TIN.*

Telecom Italia e Pomezia: CED di Saritel) ed è composto da diversi sottosistemi che interagiscono con un'unità elaborativa centrale, chiamata *SMS (Subscriber Management System)*, dove vengono elaborate tutte le informazioni relative all'utenza e al funzionamento dei servizi. Il sistema è schematicamente mostrato nella figura 1.

Il sistema TIN, così concepito, ha il vantaggio di mantenere in un unico punto di raccolta centralizzato *(repository)* tutte le informazioni, mettendo a disposizione di eventuali applicazioni o di servizi aggiuntivi un'interfaccia per le attività di interrogazione e di registrazione dei dati, permettendo al tempo stesso una gestione e una manutenzione ordinata e centralizzata.

Nel seguito di quest'articolo saranno presentati i principali componenti del sistema TIN e la loro relazione con l'SMS centrale.

## 2. La rete di accesso e il sistema di autenticazione

L'aspetto di maggior rilievo di ogni tipo di contratto TIN è rappresentata dall'accesso ad Internet. Solo dopo aver stabilito una connessione con un PoP TIN, il generico cliente può utilizzare Internet ed i servizi che TIN gli fornisce in esclusiva. In figura 2 è mostrato lo schema funzionale del sistema di accesso: la dorsale di rete è costituita dalla rete Interbusiness, descritta su questo stesso numero a pagina 46.

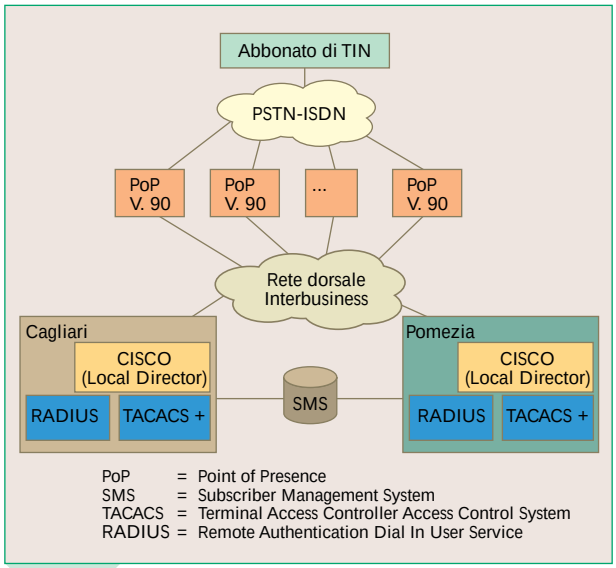



**Figura 2** *Schema funzionale del sistema per l'accesso alla rete TIN.*

A partire da settembre di quest'anno, per completare l'offerta di accesso PSTN e ISDN, TIN ha introdotto il servizio *Clubnet*, che consente, dopo una fase di registrazione online, l'accesso gratuito a Internet sia via rete PSTN che ISDN: in pratica l'abbonato Clubnet non paga alcun canone per l'utilizzo di Internet e sostiene, durante la connessione, solo i costi della chiamata telefonica. A partire dal mese di agosto 1999, i contratti stipulati in precedenza sono stati modificati in *Premium*, e consentono così l'accesso ad alcuni nuovi servizi a valore aggiunto non disponibili agli abbonati Clubnet. Di questi servizi Premium a valore aggiunto si parlerà nel seguito.

L'accesso ai servizi Premium e Clubnet è dato su archi di numerazione diversi allocati su differenti PoP: il servizio Clubnet è disponibile per ora solo nelle maggiori città ma sarà esteso progressivamente all'intero territorio nazionale; diversa è anche la disponibilità di banda per i collegamenti internazionali: 5 kbit/s per ognuna delle 50 mila porte di accesso Premium, la metà (2,5 kbit/s) per ognuna delle porte Clubnet.

L'abbonato (sia Premium che Clubnet) può collegarsi a TIN con un qualunque PC che disponga di alcuni componenti: modem PSTN o ISDN, pila con protocolli *TCP/IP (Transmission Control Protocol/IP)* con supporto del protocollo *PPP (Point to Point Protocol)* [1], protocollo di autenticazione *CHAP (Challenge Handshaking Authentication Protocol)* o *PAP (Password Authentication Protocol)*. In pratica il cliente può utilizzare i sistemi operativi più diffusi: tutte le versioni di Microsoft Windows, MAC OS, Linux, OS/2, BEOS, Amiga, tutti gli UNIX.

Terminata la fase di sincronizzazione *(handshaking)* dei protocolli di livello fisico (TIN impiega nei PoP lo standard ITU/T V.90 per le linee analogiche) o dopo aver instaurato un circuito numerico se si utilizza l'ISDN, l'autenticazione all'accesso in rete avviene con le seguenti modalità: il client dell'abbonato e il router di accesso concordano il protocollo di autenticazione (CHAP o PAP per garantire un livello adeguato di sicurezza durante lo scambio dei dati); il router comunica la richiesta tramite protocollo *TACACS+ (Terminal Access Controller Access Control Systems+)* [2] a un server TACACS+, che a sua volta si interconnette con l'*SMS (Subscriber Management System)* per la verifica dei dati.

Per garantire il massimo livello di servizio alla procedura di autenticazione, è stata realizzata per i server TACACS+ un'architettura completamente ridondata: si utilizzano a questo scopo apparati CISCO Local Director in grado di distribuire su più indirizzi IP, anche con funzioni di tolleranza ai guasti *(fault tolerance)*, il carico delle interrogazioni (TACACS+ utilizza TCP [3] come protocollo di trasporto). Questi apparati di rete e la possibilità di una configurazione con tre server di autenticazione su ciascun router di accesso hanno consentito di distribuire il carico e di pervenire a una configurazione con elevata disponibilità *(High Availability)* su base geografica (sedi di Cagliari e Pomezia). Al momento comunque, si sta progressivamente introducendo sui PoP TIN un'autenticazione basata su *protocollo RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)* [4] e [5] che utilizza come protocollo di trasporto l'*UDP (User Datagram Protocol)* [6] invece di TCP.

L'adozione di RADIUS permetterà a TIN di adeguarsi al più affermato standard di mercato, consentendo l'utilizzo di liste di accesso personalizzate per classe di abbonato. Sarà così possibile differenziare, solo tramite il sistema di autenticazione, utenti che si collegano allo stesso PoP, componendo lo stesso numero di telefono. Tutti i PoP Clubnet utilizzano già RADIUS in luogo di TACACS+.

COS'È OGGI TIN?

- **Nell'ottobre del 1999 TIN raggiunge il milione di clienti, dispone di oltre 6100 punti di accesso, *PoP (Point of Presence)* in dial-up sul territorio nazionale e copre la quasi totalità delle aree urbane.**
- **TIN dispone di due Centri Servizi (Cagliari e Pomezia) ed è funzionalmente composto da diversi sottosistemi che interagiscono con un'unità elaborativa centrale, dove vengono elaborate tutte le informazioni relative all'utenza e al funzionamento dei servizi.**
- **L'abbonato a TIN, sia Premium che Clubnet, può collegarsi con un qualunque computer che disponga dei seguenti componenti: modem PSTN o ISDN, stack TCP/IP con supporto del protocollo PPP, protocollo di autenticazione CHAP o PAP.**
- **Appositi apparati di rete e l'architettura adottata con tre server di autenticazione su ciascun router di accesso consentono la distribuzione del carico e una configurazione di alta disponibilità su base geografica per il servizio di accesso.**
- **Il sistema di gestione clienti è preposto alle seguenti funzioni: archiviazione sicura della base dati, facile e veloce reperibilità dei dati, manutenzione e organizzazione efficiente della base dati.**
- **Gli abbonati Premium hanno, rispetto agli abbonati Clubnet, maggiore disponibilità di banda internazionale e l'accesso a servizi esclusivi.**
- **Dal settembre 1999 TIN ha introdotto, tra i servizi Web, alcuni "portali" tematici, cioè alcuni nuovi siti web che possono funzionare da guida di riferimento per la navigazione e il reperimento di informazioni su Internet.**
- **TIN offre agli utenti Internet due punti di aggregazione completamente gratuiti per conoscersi e entrare in qualche modo in contatto: Atlantide e la comunità IRC .**
- **TIN dispone di un complesso sistema di monitoraggio e reportistica costruito ad hoc con prodotti leader di mercato (HP OpenView) e tool di pubblico dominio.**
- **Gli abbonati a TIN possono contare su due servizi di assistenza online: un numero verde telefonico (800 018787;) e un sito web specializzato (http://how.tin.it).**

## 3. Il sistema SMS (Subscriber Management System)

Tutti i servizi di TIN, sia quelli offerti all'utenza sia quelli di supporto alla gestione interna, si basano sull'esistenza di una vasta e complessa base dati.

Come si è prima accennato, il sistema SMS svolge le seguenti funzioni:

- l'archiviazione sicura della base dati;
- la facile e veloce reperibilità dei dati;
- la manutenzione e l'organizzazione efficiente della base dati.

Il sistema è strutturato su più nuclei di elaborazione per migliorare le prestazioni distribuendo il carico ed è suddiviso tra i centri di Cagliari e Pomezia per minimizzare i rischi di disastri ambientali. Un meccanismo di replica assicura la congruenza e l'allineamento dei dati tra i diversi nuclei.

La tecnologia oggi utilizzata è basata su sistemi standard presenti nel mercato: sono impiegati server UNIX (Solaris di Sun Microsystem e UX di Hewlett Packard) con un database relazionale Sybase.

Nel sistema SMS sono contenuti tutti i dati degli abbonati TIN dal momento della sottoscrizione del contratto, ai successivi rinnovi o integrazioni, fino all'eventuale disdetta del contratto. L'abbonato Premium o Clubnet entra nell'SMS all'atto della sottoscrizione che può avvenire in diversi modi:

- chiamando con un modem un numero verde (un numero urbano nel momento in cui si utilizzerà RADIUS) e procedendo con la registrazione online;
- telefonando al numero verde di helpdesk commerciale 800 018787;
- utilizzando un *CD-ROM (Compat Disk-Read Only Memory)* Clubnet;
- impiegando un corredo *(kit)* TIN acquistato da un rivenditore o ricevuto assieme all'acquisto di una rivista;
- usando i modelli di acquisto *(form on line)* sul sito

principale *www.tin.it*, qualora disponga già di un accesso Internet;
- acquistando un abbonamento prepagato da rivenditori ovvero attraverso Microsoft (utenti della PSTN).

All'atto della stipula del contratto il cliente sceglie una coppia *username/password* per l'accesso, uno o più, a seconda del tipo di abbonamento, indirizzi di posta elettronica @tin.it e una corrispondente password; queste informazioni sono memorizzati assieme ai dati anagrafici, in opportuni campi di un database, utilizzato poi dai servizi di controllo dell'accesso. L'SMS come un sistema a strati può essere schematizzato con un modello (figura 3): modello di adesione, strato centrale, *RDBMS (Relational Data Base Management System)*. Alcuni moduli facenti parte dello strato centrale permettono di interrogare la base dati servendo componenti esterni relativi all'erogazione di

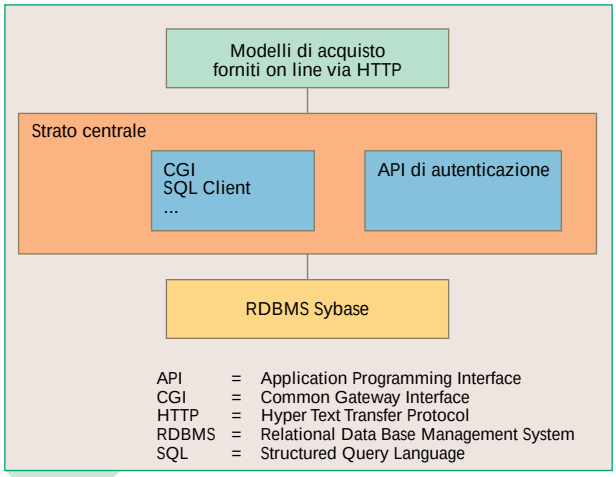



**Figura 3** *Modello del Subscriber Management System.*

vari servizi (posta elettronica, ftp [7], ...).

L'SMS oggi utilizzato è un prodotto costruito *ad hoc* dal settore tecnico di TIN in collaborazione con diversi fornitori. È anche prevista la migrazione verso un nuovo SMS basato sul prodotto Infranet della società Portal: il nuovo SMS consentirà di semplificare l'approntamento di nuove offerte commerciali e renderà più efficiente la comunicazione tra il *repository* centrale (SMS) ed i sistemi di erogazione periferici (posta elettronica, e-mail, sistemi di Hosting, sistemi di commercio elettronico).

## 4. Servizio Premium

Gli abbonati TIN Premium, oltre ad avere rispetto a Clubnet una connettività internazionale migliore e caratteristiche di abbonamento più vantaggiose (maggior spazio su disco, più indirizzi di posta elettronica) possono utilizzare alcuni servizi esclusivi TIN, non accessibili agli abbonati Clubnet:
- consultazione "online" dell'elenco telefonico aggiornato del servizio 12 di Telecom Italia *(http://elenco.tin.it);*
- invio di "short message" su telefoni GSM e ricezione sul proprio telefono cellulare di messaggi indirizzati via Internet ad un proprio indirizzo di posta elettronica *(http://sms.tin.it);*
- consultazione della propria casella postale *(mailbox)* tramite un normale terminale telefonico *(http://vocmail.tin.it)* telefonando a numeri memorizzati su server TIN equipaggiati con schede Dialogic e software di sintesi vocale sviluppato dallo CSELT;
- utilizzo del roaming internazionale del circuito *I-Pass (http://www.tin.it/ipass)* che consente il collegamento a TIN anche dall'estero con chiamate telefoniche a numeri locali (copertura su centocinquanta Paesi con circa 4 mila PoP).

## 5. Il sistema di posta elettronica

Il sistema di posta elettronica TIN fornisce ai clienti alcuni servizi tradizionali quali l'indirizzo di posta elettronica e la relativa casella postale; i sistemi per trasmettere e ricevere posta elettronica.

Gli indirizzi degli abbonati TIN sono caratterizzati dal dominio @tin.it. Il server *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)* [8], offerto ai clienti per inviare propri messaggi in posta elettronica e utilizzato anche come *Mail Relay* (agente che si occupa del trasporto e della consegna dei messaggi nelle caselle postali), ha l'indirizzo mail.tin.it. Il server *POP3 (Post Office Protocol 3)* [9] al quale gli utilizzatori si collegano per leggere i messaggi nella propria casella ha l'indirizzo *box.tin.it*. Per ragioni di sicurezza e per prevenire abusi (antispamming), il server *SMTP mail.tin.it* è utilizzabile solo dai clienti connessi alla rete di accesso TIN.

Le maggiori difficoltà che si incontrano nella realizzazione di un servizio di posta elettronica efficiente, veloce, affidabile, funzionante "up and running" con un livello di disponibilità del servizio superiore al 99,7 per cento, sono legate principalmente alla crescita del numero degli utenti. La soluzione adottata da TIN è basata su un'architettura particolare e sull'adozione di un prodotto leader nel mercato, quale l'Intermail di Software.com.

L'architettura del sistema di posta TIN ha già le dimensioni che consentono di poter gestire in modo adeguato oltre due milioni di caselle postali.

Ogni server di posta ha due interfacce di rete. I server su cui risiedono i messaggi sono collegati con una rete interna il cui traffico non interferisce (in quanto viaggiano separatamente) con quello di posta elettronica o con la rete dorsale Interbusiness.

Il traffico di posta elettronica diretto verso il server *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)* è bilanciato tra diverse apparecchiature usando un meccanismo a rotazione *(round robin)* nella conversione da nome a indirizzo. Il server POP3 svolge la funzione di autenticazione su un *directory server* basato su tecnologia proprietaria *software.com*.

Per la posta elettronica è stata realizzata una rete a strati *(tiered network)* per rispondere ad alcune specifiche esigenze che in particolare riguardano:
- I sistemi in cui sono immagazzinati i messaggi sono il punto di raccolta centralizzato di informa-

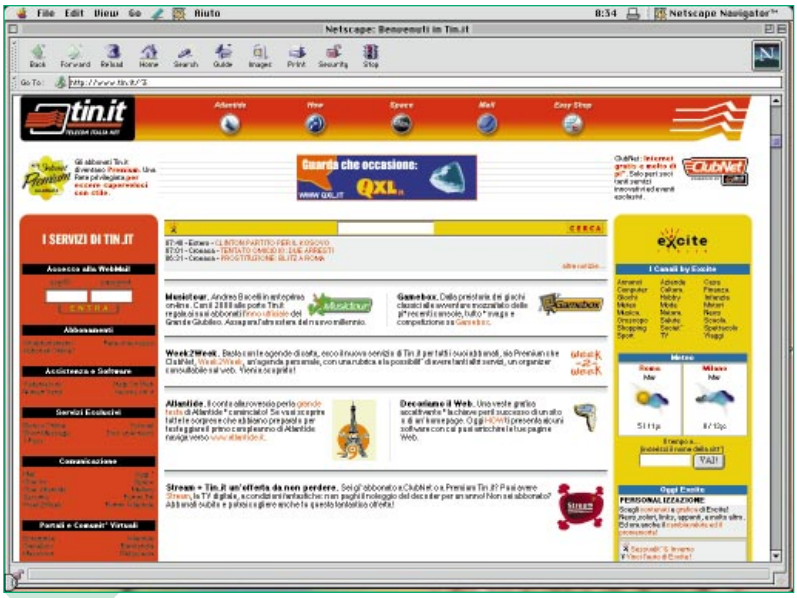


**Figura 4** *Una "Home page" di TIN.*

di connessioni *(hits)* al giorno. Per garantire il massimo livello di servizio il sito è stato ridondato su più server *HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)* [10], [11]e su numerosi apparati.

Dalla Home Page del Web www.tin.it è anche possibile accedere, inserendo username e password, alla propria casella di posta elettronica @tin.it, utilizzando un'interfaccia completamente basata su Web *(Web Mail)* e senza quindi che sia necessario disporre di un client dedicato.

In collaborazione con lo CSELT sono stati sviluppati due servizi che continuano ad avere un notevole successo tra gli utenti e che meritano di essere approfonditi, sia per la tecnologia su cui si basano sia per il tipo di servizio che forniscono: *Mailory* e *Certification Authority TIN*.

Anche se dall'inizio degli anni Novanta sono disponibili elenchi di indirizzi *(Directory pubblici)*, quali ad esempio *Paradise-Nameflow*, basato sulla tecnologia che risponde alla Raccomandazione ITU-T X.500, solo negli ultimi due anni la diffusione su vasta scala di servizi a valore aggiunto basati su Internet ha reso necessario compilare nuovi e più ricchi elenchi che contengono gli indirizzi di posta elettronica del "popolo telematico", per facilitarne la comunicazione in rete.

In Italia non era stata avviata un'iniziativa del genere, cioè un servizio che consentisse di trovare l'indirizzo di una persona sulla base di alcune informazioni. È perciò nato *Mailory*, l'elenco di posta elettronica di TIN.

Il servizio è rivolto principalmente agli utenti TIN, ma in generale esso è fruibile da tutti gli utenti Internet italiani. Essi devono fornire però dati corretti

zioni critiche per i clienti e non devono essere visibili perciò direttamente su Internet; infatti, sebbene i router abbiano capacità di filtraggio, potrebbe accadere che un *hacker* riesca a ottenere l'accesso alla *server farm* utilizzando ben note tecniche di intrusione *(exploiting)* basate sui "buchi" presenti nei protocolli Internet e nei sistemi operativi dei server.

- Il prodotto InterMail si basa su un'architettura distribuita ed è quindi in grado di bilanciare il traffico della rete fornendo diversi cammini per il traffico SMTP e POP3. Questa caratteristica consente di evitare il raddoppio del carico di rete (arrivo dei messaggi sul server e *download* degli stessi da parte degli abbonati), rendendo praticamente impossibili congestioni di rete, lentezza di risposta, perdite di pacchetti.
- Il directory server contiene username, password e dati di addebito di tutti gli utenti. Per ragioni di sicurezza questo servizio è installato su uno strato secondario in modo da minimizzare i rischi di accesso non autorizzato a dati conservati dopo essere stati criptati, ma che sarebbero stati attaccabili con algoritmi e tecniche di "forza bruta" (e cioè con una scansione sistematica di tutte le possibili configurazioni).

## 6. Servizi WEB

Il sito principale del servizio TIN risponde all'indirizzo *http://www.tin.it* ed è proposto ai clienti come sito iniziale per la navigazione (figura 4): questo sito risulta il più richiesto tra i servizi TIN disponibili su Web con oltre 20 milioni



**Figura 5** *Mailory: il servizio di "E-mail directory" di TIN (http://mailory.tin.it).*

(in particolare l'indirizzo di posta elettronica che serve per verificare l'esistenza del soggetto), e devono accettare le condizioni per l'utilizzo del servizio. L'utente ha così a disposizione una "mini" *Home Page Web* che contiene una serie di informazioni utili (oltre agli indirizzi di posta elettronica, quelli di ufficio e abitazione, numeri di telefono, di fax, di cellulare, un breve spazio per una nota personale, puntatori ad altre pagine Web).

Il sistema ora utilizzato consente l'accesso al servizio sia tramite browser Web, per mezzo di un gateway di interconnessione tra HTTP e *LDAP (Liteweight Directory Access Protocol)* [12] per mezzo di un gateway di interconnessione tra HTTP e LDAP, sia tramite il cliente LDAP integrato in Microsoft Internet Explorer e in Netscape Communicator.

Il servizio Mailory è stato avviato nel luglio 1996 e ha raccolto finora oltre 70 mila adesioni con una media di 80-100 registrazioni al giorno di nuovi iscritti al servizio.

Con la realizzazione della *CA (Certification Authority)* TIN, è stata integrata in mailory - come opzione su richiesta di ciascun aderente al servizio, l'informazione relativa alla parte pubblica del certificato X.509 [13] rilasciato dalla CA-TIN.

La Certification Authority è l'autorità preposta al rilascio dei certificati elettronici necessari per identificare un interlocutore telematico - sito o utente - e per riconoscere il mittente di un messaggio mediante firma elettronica.

Il sistema di certificazione si basa sulla crittografia asimmetrica, che impiega una coppia di chiavi: la prima pubblica, l'altra privata. La chiave privata deve essere nota esclusivamente al legittimo proprietario, che deve custodirla segretamente; quella pubblica invece è contenuta nel certificato elettronico che va distribuito a tutti i possibili corrispondenti.

Il certificato è un documento elettronico contenente la chiave pubblica e l'indicazione della persona o organizzazione a cui appartiene la corrispondente chiave privata [14]. I servizi che prevedono l'utilizzo di un certificato elettronico si possono dividere in servizi per l'accesso sicuro, *HTTPS (HTTP Secure)* e in servizi di posta elettronica sicura.

*Il servizio per l'accesso sicuro* si basa sull'autenticazione del server mediante il meccanismo dei certificati. Dopo la fase di autenticazione, lo scambio dei dati tra client e server avviene in modo cifrato, mediante un protocollo che garantisce la sicurezza: *SSL (Secure Sockets Layer).*

*Il servizio di posta sicura* consente di crittografare i messaggi, di corredarli poi con la propria firma elettronica in modo da garantire al destinatario l'identità del mittente, e di garantire infine l'integrità del messaggio.

TIN fornisce una dimostrazione tecnica delle funzionalità dei servizi legati ad una Certification Authority.

Il servizio consente di:

- installare il certificato della Certification Authority;
- richiedere un certificato personale abilitato per la posta sicura *S/MIME (Secure/Multipurpose Internet Mail Extension);*
- controllare i certificati rilasciati dalla Certification Authority;
- controllare le liste di revoca dei certificati;
- revocare i certificati rilasciati dalla Certification Authority.

Il rilascio dei certificati è oggi riservato ai soli clienti TIN. In particolare, username e password di accesso vengono controllate sul SMS e, solo se il controllo dà esito positivo viene rilasciato il certificato.

Il certificato è intestato al singolo utilizzatore di TIN corrispondente a username e password inserite, ma durante l'autenticazione non è effettuato alcun controllo sull'appartenenza dell'indirizzo di posta elettronica al cliente.




**Figura 6** *CA-TIN: la Certification Authority di TIN (http://security.tin.it).*

## 7. I portali di TIN

Da settembre di quest'anno TIN ha introdotto, tra i servizi Web, alcuni "portali" tematici, cioè alcuni nuovi siti Web che possono funzionare da guida di riferimento per la navigazione ed il reperimento di informazioni su Internet. I portali ora disponibili sono dedicati alla piccola e media impresa *(http://enterprise.tin.it)*, alla musica *(http://musictour. tin.it)*, ai giochi *(http://gamebox.tin.it)*, agli abbonati Clubnet *(http://clubnet.tin.it).*

I portali sono nati per sviluppare nuove aree di contenuto da tin.it che diventino uno dei punti di forza nella scelta dell'adesione a Premium ovvero a Clubnet da parte dell'utenza Internet.

Il portale per la piccola e media impresa si basa, tra l'altro, sull'iniziativa *Soluzioni2000 (http://www.soluzioniduemila.com)* che coinvolge tin.it, Microsoft e un ampio gruppo di partner qualificati, che perseguono l'obiettivo di avvicinare a Internet le piccole e medie imprese e gli studi professionali e di rendere ad essi disponibile lo sviluppo tecnologico.

Il portale della musica, *Musictour*, si propone di diventare il punto di riferimento on-line per Italia, estendendo gradualmente la sua copertura alla scena europea e alle principali capitali mondiali della musica.

Il sito è dedicato ad argomenti ed a novità musicali, focalizzate sul panorama della musica dal vivo fornendo informazioni aggiornate sui cantanti e sui loro tour in Italia e fuori.

Oltre ad avere tutte le informazioni sugli interpreti (con relative schede biografiche) il sito fornisce un calendario di appuntamenti, aggiornato quotidianamente, al quale si collegano, direttamente dalla Home Page, una serie di aree editoriali, alcune delle quali con caratteristiche di approfondimento, studiate per coniugare informazione, intrattenimento e interattività.

Musictour, nato dall'esperienza di Rock Online Italia, leader del proprio comparto, è un sito iperspecialistico che mira a interessare una fascia di pubblico giovane, musicofilo e amico della tecnologia. Con questo segmento si vuole aggregare una comunità Web.

Il portale per i giochi, *Gamebox*, è il sito di tin.it dedicato alle risorse legate ai giochi. Esso contiene un estratto delle novità di *InGame.com*, è aggiornato quotidianamente, ed è stato concepito in maniera da informare gli utenti sulle diverse iniziative per indirizzarli direttamente verso i servizi offerti.

Il sito si compone di tre aree:

- *Ingame*, area editoriale e commerciale;
- *Tinplayer*, area *multiplaying* e comunicazione avanzata con i clienti;
- Leader, area *community* dedicata a tornei, classifiche, giochi e alla generazione spontanea di contenuti.

## 8. Le comunità virtuali di TIN: Atlantide e IRC

Oltre ai servizi più tradizionali (news [15] , posta elettronica), TIN offre agli utenti Internet due punti di aggregazione completamente gratuiti per conoscersi ed entrare in qualche modo in contatto: Atlantide e la comunità *IRC (Internet Relay Chat)* [16] .

Atlantide *(http://www.atlantide.it)* è un sistema che memorizza un profilo personale in una centrale e che consente l'utilizzo di un insieme di servizi: Acropoli *(Chat via Web http://acropoli.atlantide.it)*, C6 (la risposta di TIN ad ICQ ed a Instant Messenger di AOL/Netscape), Ingame *(http://www.ingame.com)*.

Atlantide è nato nell'ottobre 1998 e conta ad ottobre di quest'anno oltre 300 mila iscritti. Il punto di forza di Atlantide è quello di consentire con la stessa coppia nickname-password, che l'utente sceglie in fase di iscrizione alla comunità, l'accesso a più servizi. In questo modo il nickname è univocamente associato al cliente. Atlantide è anche un esempio fortunato di integrazione tra diverse piattaforme di erogazione (UNIX e NT) e tra i software commerciali e quelli sviluppati ad hoc.

Una delle caratteristiche più recenti introdotte nel servizio C6 riguarda la possibilità di contattare gli iscritti alla comunità, stabilendo una connessione NetMeeting e realizzando una comunicazione Video/Voice over IP. Della videoconferenza su IP con il protocollo H.323 si parla in modo approfondito in [17].




**Figura 7** *Atlantide: il sito TIN delle comunità virtuali.*

Tramite C6 è anche possibile lo scambio o la messa in comune di archivi dati di qualunque dimensione senza utilizzare alcun software client o server aggiuntivo.

La comunità IRC offre invece un servizio di chat testuale erogato con tecnologia ircII, accessibile con client dedicato IRC (irc.tin.it alle seguenti porte TCP 5555, 5667, 6665, 6667, 6668, 6669) e via Web *(http://irc.tin.it)* con un client Java.

Il server IRC di TIN ha avuto in ottobre di quest'anno oltre 60 mila connessioni giornaliere con punte di circa 4 mila utenti contemporanei. La tecnologia IRC consente a diversi server di essere interconnessi tra loro e di condividere gli utenti. Irc.tin.it fa oggi parte del circuito IRC-Net: gli utenti connessi a TIN possono comunicare in chat in tempo reale con tutti gli utenti Internet connessi a uno qualsiasi degli altri server del circuito.

## 9. Il sistema di monitoraggio

TIN dispone di un complesso sistema di monitoraggio e registrazione costruito ad hoc con prodotti leader di mercato *(HP OpenView)* e con applicativi di dominio pubblico.

Una parte del sistema controlla mediante *SNMP (Simple Network Management Protocol)* [18], [19] lo stato dei router di accesso (gli utenti contemporanei, la banda utilizzata e disponibile, il tempo di buon

funzionamento dell'apparato,...) e riporta in grafici accessibili via Web su pagine riservate al personale tecnico di TIN la storia di ciascun apparato e i dati aggregati. Sono disponibili anche un controllo ed un andamento nel tempo dello "stato" e delle "prestazioni" dei collegamenti tra la rete Interbusiness e altre dorsali. In figura 8 è riportato l'andamento settimanale del numero totale su tutti i PoP degli utenti TIN PSTN e ISDN connessi contemporaneamente alla rete.

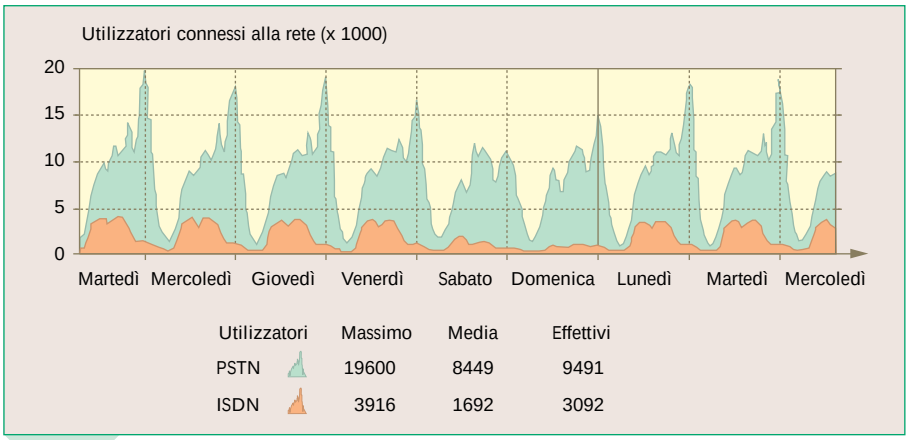



**Figura 8** *Esempio di statistiche di traffico ottenute mediante il sistema di monitoraggio.*

Un'altra parte del sistema controlla lo stato delle macchine *CPU (Central Processing Unit)* - e in particolare lo spazio del disco integrato e il carico delle CPU - e quello dei processi utilizzati per l'erogazione dei servizi: *HTTP, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), PoP3*. Anche per le macchine è disponibile un andamento nel tempo consultabile via Web. In figura 9 è riportato un grafico che riassume l'andamento settimanale del carico delle CPU su una delle macchine che forniscono il servizio relativo al sito *www.tin.it*.

Il sistema avverte automaticamente con modalità differenti (posta elettronica, segnalazioni sonore, SMS su GSM) il personale tecnico della presenza di un disservizio.

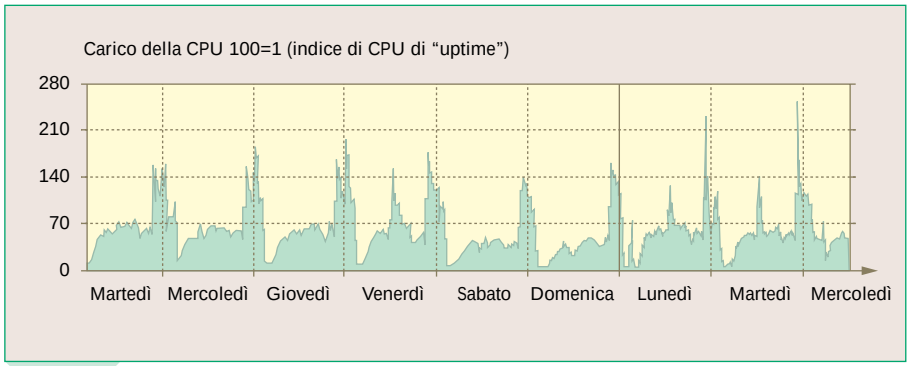



**Figura 9** *Esempio di statistiche di carico elaborativo di un server Web TIN.*

## 10. L'Help Desk

Gli abbonati a TIN possono contare essenzialmente su due servizi di assistenza online: un numero verde telefonico (800 018787) e un sito Web specializzato *(http://how.tin.it)*.

L'assistenza telefonica via numero verde prevede un collegamento tra il cliente e l'operatore ed è gestito con un sistema di registrazione dei guasti *(trouble ticketing)* che consente di conoscere la storia dei problemi e delle chiamate strutturata su diversi campi: utente, tipologia del problema, sistema operativo.

Con i dati raccolti è possibile effettuare elaborazioni statistiche e pianificare interventi migliorativi sia del servizio di help desk sia dell'intero servizio di TIN.

## 11. Conclusioni

Dall'avvio del servizio fino ad oggi la crescita di TIN è stata esponenziale, in linea con il successo dei più importanti servizi internazionali basati sulla rete Internet. Come si è già ricordato si è passati dai 40 mila clienti del 1996 al superamento di un milione sul finire di quest'anno.

In Italia TIN ha seguito la continua maggiore diffusione di una cultura della comunicazione in rete, sempre proponendosi come punto di riferimento, nel mercato Internet, per la clientela residenziale e di massa. Per molti aspetti anzi, TIN ha favorito lo sviluppo di quel tipo di cultura attraverso iniziative distintive (progetto Web Scuola) o con particolari offerte commerciali (TIN e lode) e con servizi di customer care completamente gratuiti.

Dal punto di vista dei servizi, TIN è presente praticamente in tutti i settori Internet nuovi e tradizionali: dall'accesso alle news, dalla posta elettronica al chat e all'instant messaging, dal Web al commercio elettronico.

Da un punto di vista tecnico le caratteristiche fondamentali di TIN sono la modularità, il provisioning self service online e l'adozione di un sistema di gestione dei clienti centralizzato, una specie di comune denominatore su cui costruire applicazioni e servizi per milioni di clienti con livelli di servizio adeguati alle loro esigenze e rispondenti alle attese.

TIN ha anche saputo seguire nel tempo l'evoluzione del mercato puntando dapprima su contratti a pagamento con varie qualità di accesso (per primo ha

offerto l'accesso a Internet via ISDN); e successivamente sull'accesso gratuito (Clubnet) e su servizi avanzati (comunità virtuali e siti portali). TIN vuole continuare a essere in futuro leader del mercato nel settore residenziale e aggredire il segmento italiano delle piccole e medie imprese offrendo sempre più servizi con un alto valore aggiunto.

## Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| API | Application Programming Interface |
| CA | Certification Authority |
| CD-ROM | Compat Disk-Read Only Memory |
| CGI | Common Gateway Interface |
| CHAP | Challenge Handshaking Authentication Protocol |
| CPU | Central Processing Unit |
| ftp | file transfer protocol |
| HTTP | Hyper Text Transfer Protocol |
| HTTPS | HTTP Secure |
| IRC | Internet Relay Chat |
| LDAP | Liteweight Directory Access Protocol |
| MIME | Multipurpose Internet Mail Extension |
| PAP | Password Authentication Protocol |
| PoP | Point of Presence |
| POP 3 | Post Office Protocol 3 |
| PPP | Point to Point Protocol |
| PSTN | Public Switched Telephone Network |
| RADIUS | Remote Authentication Dial In User Service |
| RDBMS | Relational Data Base Management System |
| S/MIME | Secure/MIME |
| SMS | Service Management System |
| SMTP | Simple Mail Transfer Protocol |
| SNMP | Simple Network Management Protocol |
| SQL | Structured Query Language |
| SSL | Secure Sockets Layer |
| TACACS+ | Terminal Access Controller Access Control Systems |
| TCP/IP | Transmission Control Protocol/IP |
| TIN | Telecom Italia Net |
| TOL | Telecom On Line |
| UDP | User Datagram Protocol |
| VOL | Video On Line |



*Carlo D'Acunto* si è laureato con lode in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli studi "La Sapienza" di Roma, dopo una serie di esperienze come programmatore e sistemista UNIX/NT in società di informatica, è entrato nel febbraio 1996 a far parte della linea Servizi Interattivi Multimediali (ora Divisione Internet) di Telecom Italia nel settore Tecnologie e Operations (ora Infrastrutture Tecnologiche), dove tuttora opera. Ha partecipato, come progettista tecnico e system administrator, alla costruzione del servizio ISP su linea ISDN Telecom On Line (TOL), alla integrazione in TIN dei servizi TOL e Video On Line (VOL), alla realizzazione di servizi come Angolo del 2000, siti Walt Disney, Pagine Gialle di Seat, Web Hosting, E-Commerce. Esperto di protocolli, tecnologie, prodotti e servizi legati a Internet, partecipa oggi in TIN alla definizione e all'evoluzione delle architetture tecniche per gran parte dei servizi erogati (web, proxy, firewall, chat, …), mantenendo il know-how e il ruolo di system administrator e definitore di soluzioni per i sistemi operativi Solaris, Linux, Microsoft NT.

## Bibliografia

[1] Simpson, W.: *The Point-to-Point Protocol (PPP).* RFC PPP, 1548 DS, 9 dicembre 1993.

[2] Finseth, C.: *An Access Control Protocol, Sometimes Called TACACS.* RFC tacacs+, 1492 I, 23 luglio 1993.

[3] Postel, J.: *Transmission Control Protocol.* RFC TCP, 0793 S, 1° settembre 1981.

[4] Rigney, C.; Rubens, A.: *Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS).* RFC RADIUS, 2138, aprile 1997.

[5] Rigney, C.: *RADIUS Accounting.* RFC RADIUS, 2139, aprile 1997.

[6] Postel, J.: *User Datagram Protocol.* RFC UDP, 0768 S, 28 agosto 1980.

[7] Postel, J.; Reynolds, J.: *File Transfer Protocol.* RFC ftp, 0959 S, 1° ottobre 1985.

[8] Postel, J.: *Simple Mail Transfer Protocol.* RFC SMTP, 0821 S, 1° agosto 1982.

[9] Butler, M.; Chase, D.; Goldberger, J.; Postel, J.; Reynolds, J.: *Post Office Protocol - version 2.* RFC POP3, 0937 H, 1° febbraio 1985.

[10] Berners-Lee, T.; Fielding, R.; Frystyk, H.: *Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.0.* RFC HTTP, 1945, maggio 1996.

[11] Fielding, R.; Gettys, J.; Mogul, J.; Frystyk, H.; Berners-Lee, T.: *Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1.* RFC HTTP, 2068, gennaio 1997.

[12] Howes, T.; Smith, M.: *The LDAP Application Program Interface.* RFC LDAP, 1823 I, 9 agosto 1995.

[13] Housley, R.; Hoffman, P.: *Internet X.509 Public Key Infrastructure Operational Protocols.* RFC X.509, 2585, maggio 1999.

[14] Brusotti, S.; D'Amico, R.; Marconi, F.; Montesi, S.: *La sicurezza in Internet: aspetti tecnologici, amministrativi, legali.* "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 7, n. 3, dicembre 1998, pp. 40-60.

[15] Kantor, B.; Lapsley, P.: *Network News Transfer Protocol: A Proposed Standard for the Stream-Based Transmission of News.* RFC nntp, 0977 PS, 1° febbraio 1986.

[16] Oikarinen, J.; Reed, D.: *Internet Relay Chat Protocol.* RFC IRC, 1459 E, 26 maggio 1993.

[17] Montechiarini, C.: *I servizi IP di Telecom Italia: l'offerta per i clienti affari.* Su questo stesso numero del "Notiziario Tecnico Telecom Italia".

[18] Case, J.; McCloghrie, K.; Rose, M.; Waldbusser, S.: *Management Information Base for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2).* RFC SNMP, 1907 DS, 22 gennaio 1996.

[19] Case, J; McCloghrie, K.; Rose, M.; Waldbusser, S.: *Structure of Management Information for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2).* RFC SNMP, 1902 DS, 22 gennaio 1996.

# I servizi IP di Telecom Italia: l'offerta per la clientela residenziale

CARLO D'ACUNTO

*TIN (Telecom Italia Net), il servizio di accesso a Internet per la clientela residenziale, ha superato alla fine di ottobre di quest'anno il milione di clienti.*
*Le caratteristiche principali del servizio sono la rete di accesso, che si appoggia alla rete Interbusiness, un sistema di gestione dei clienti centralizzato, servizi di base (posta elettronica, news, chat, ...) con elevata qualità misurata con adeguati sistemi di monitoraggio, servizi Web ridondati e modulari, portali Web tematici continuamente aggiornati, servizi di comunità virtuale, customer care qualificato e gratuito.*
*La diffusione di TIN è capillare sul territorio nazionale attraverso punti di accesso alla rete telefonica generale e all'ISDN; l'offerta, per quanto riguarda l'accesso, è diversificata in abbonamenti Premium, che prevedono un canone annuale con servizi esclusivi a valore aggiunto, e in abbonamenti gratuiti (Clubnet), che si basano su un modello di business con ritorni dal traffico telefonico.*
*L'architettura dei Data Center TIN soddisfa requisiti di affidabilità e scalabilità: tutti i servizi sono infatti costruiti per poter crescere su scala industriale, presentando caratteristiche di registrazione online; self provisioning nei sistemi di erogazione; adattabilità a milioni di clienti. Le soluzioni tecniche utilizzate per la realizzazione di TIN si basano sull'adozione dei più affermati standard di mercato, con le realizzazioni commerciali e di pubblico dominio più robuste e affidabili, scelte a valle di accurati benchmarking. Tutto in TIN è rigorosamente standardizzato, aperto quindi dal punto di vista dell'integrabilità, ed è compatibile con gli strumenti comuni disponibili al cliente.*

## 1. Introduzione

*TIN (Telecom Italia Net)* è il servizio di Telecom Italia per l'accesso a Internet della clientela residenziale e small business. È offerto, con varie forme di abbonamento *(Premium e Clubnet)* per la rete *PSTN (Public Switched Telephone Network)* e la rete ISDN e dispone di oltre 6100 punti di accesso *PoP (Point of Presence)* sul territorio nazionale, coprendo quasi completamente le aree urbane.

L'offerta Internet di Telecom Italia per la clientela di massa nasce nel 1995 con il nome di *TOL (Telecom On Line)* e con l'ingresso solo sugli accessi ISDN. L'anno successivo, con l'acquisizione di *VOL (Video On Line)* - l'Internet Service Provider italiano a quel tempo con il maggior numero di abbonati: circa 40 mila - l'offerta si integra con l'accesso sulla PSTN; e, nel marzo del 1997 - completata la fase di integrazione dei sistemi di erogazione e gestione - i due servizi, TOL e VOL, sono unificati e danno vita a TIN. Nell'ottobre di quest'anno TIN ha circa 650 mila abbonati Premium e 350 mila abbonati *Clubnet*.

Il servizio TIN è il risultato di un gruppo di lavoro costituito da tecnici di Telecom Italia, CSELT, Saritel e dai principali fornitori hardware e software. Esso è realizzato con due Centri Servizi (Cagliari: sede di

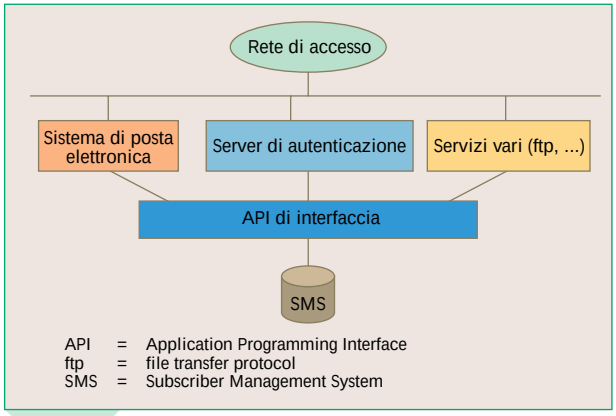



**Figura 1** *Architettura generale di TIN.*

Telecom Italia e Pomezia: CED di Saritel) ed è composto da diversi sottosistemi che interagiscono con un'unità elaborativa centrale, chiamata *SMS (Subscriber Management System)*, dove vengono elaborate tutte le informazioni relative all'utenza e al funzionamento dei servizi. Il sistema è schematicamente mostrato nella figura 1.

Il sistema TIN, così concepito, ha il vantaggio di mantenere in un unico punto di raccolta centralizzato *(repository)* tutte le informazioni, mettendo a disposizione di eventuali applicazioni o di servizi aggiuntivi un'interfaccia per le attività di interrogazione e di registrazione dei dati, permettendo al tempo stesso una gestione e una manutenzione ordinata e centralizzata.

Nel seguito di quest'articolo saranno presentati i principali componenti del sistema TIN e la loro relazione con l'SMS centrale.

## 2. La rete di accesso e il sistema di autenticazione

L'aspetto di maggior rilievo di ogni tipo di contratto TIN è rappresentata dall'accesso ad Internet. Solo dopo aver stabilito una connessione con un PoP TIN, il generico cliente può utilizzare Internet ed i servizi che TIN gli fornisce in esclusiva. In figura 2 è mostrato lo schema funzionale del sistema di accesso: la dorsale di rete è costituita dalla rete Interbusiness, descritta su questo stesso numero a pagina 46.

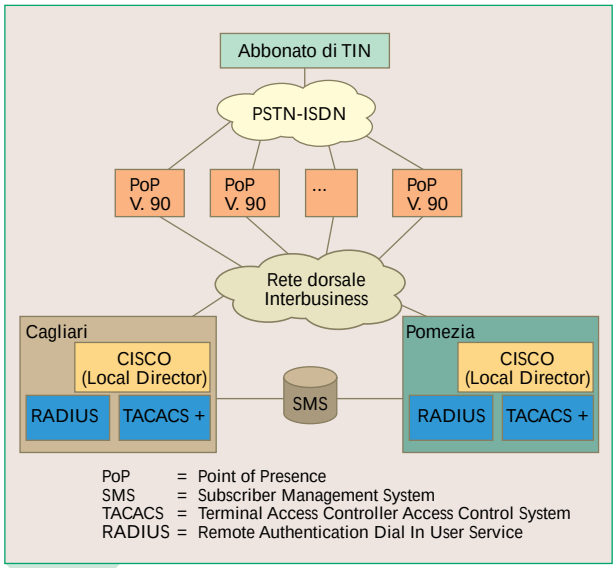



**Figura 2** *Schema funzionale del sistema per l'accesso alla rete TIN.*

A partire da settembre di quest'anno, per completare l'offerta di accesso PSTN e ISDN, TIN ha introdotto il servizio *Clubnet*, che consente, dopo una fase di registrazione online, l'accesso gratuito a Internet sia via rete PSTN che ISDN: in pratica l'abbonato Clubnet non paga alcun canone per l'utilizzo di Internet e sostiene, durante la connessione, solo i costi della chiamata telefonica. A partire dal mese di agosto 1999, i contratti stipulati in precedenza sono stati modificati in *Premium*, e consentono così l'accesso ad alcuni nuovi servizi a valore aggiunto non disponibili agli abbonati Clubnet. Di questi servizi Premium a valore aggiunto si parlerà nel seguito.

L'accesso ai servizi Premium e Clubnet è dato su archi di numerazione diversi allocati su differenti PoP: il servizio Clubnet è disponibile per ora solo nelle maggiori città ma sarà esteso progressivamente all'intero territorio nazionale; diversa è anche la disponibilità di banda per i collegamenti internazionali: 5 kbit/s per ognuna delle 50 mila porte di accesso Premium, la metà (2,5 kbit/s) per ognuna delle porte Clubnet.

L'abbonato (sia Premium che Clubnet) può collegarsi a TIN con un qualunque PC che disponga di alcuni componenti: modem PSTN o ISDN, pila con protocolli *TCP/IP (Transmission Control Protocol/IP)* con supporto del protocollo *PPP (Point to Point Protocol)* [1], protocollo di autenticazione *CHAP (Challenge Handshaking Authentication Protocol)* o *PAP (Password Authentication Protocol)*. In pratica il cliente può utilizzare i sistemi operativi più diffusi: tutte le versioni di Microsoft Windows, MAC OS, Linux, OS/2, BEOS, Amiga, tutti gli UNIX.

Terminata la fase di sincronizzazione *(handshaking)* dei protocolli di livello fisico (TIN impiega nei PoP lo standard ITU/T V.90 per le linee analogiche) o dopo aver instaurato un circuito numerico se si utilizza l'ISDN, l'autenticazione all'accesso in rete avviene con le seguenti modalità: il client dell'abbonato e il router di accesso concordano il protocollo di autenticazione (CHAP o PAP per garantire un livello adeguato di sicurezza durante lo scambio dei dati); il router comunica la richiesta tramite protocollo *TACACS+ (Terminal Access Controller Access Control Systems+)* [2] a un server TACACS+, che a sua volta si interconnette con l'*SMS (Subscriber Management System)* per la verifica dei dati.

Per garantire il massimo livello di servizio alla procedura di autenticazione, è stata realizzata per i server TACACS+ un'architettura completamente ridondata: si utilizzano a questo scopo apparati CISCO Local Director in grado di distribuire su più indirizzi IP, anche con funzioni di tolleranza ai guasti *(fault tolerance)*, il carico delle interrogazioni (TACACS+ utilizza TCP [3] come protocollo di trasporto). Questi apparati di rete e la possibilità di una configurazione con tre server di autenticazione su ciascun router di accesso hanno consentito di distribuire il carico e di pervenire a una configurazione con elevata disponibilità *(High Availability)* su base geografica (sedi di Cagliari e Pomezia). Al momento comunque, si sta progressivamente introducendo sui PoP TIN un'autenticazione basata su *protocollo RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)* [4] e [5] che utilizza come protocollo di trasporto l'*UDP (User Datagram Protocol)* [6] invece di TCP.

L'adozione di RADIUS permetterà a TIN di adeguarsi al più affermato standard di mercato, consentendo l'utilizzo di liste di accesso personalizzate per classe di abbonato. Sarà così possibile differenziare, solo tramite il sistema di autenticazione, utenti che si collegano allo stesso PoP, componendo lo stesso numero di telefono. Tutti i PoP Clubnet utilizzano già RADIUS in luogo di TACACS+.

COS'È OGGI TIN?

- **Nell'ottobre del 1999 TIN raggiunge il milione di clienti, dispone di oltre 6100 punti di accesso, *PoP (Point of Presence)* in dial-up sul territorio nazionale e copre la quasi totalità delle aree urbane.**
- **TIN dispone di due Centri Servizi (Cagliari e Pomezia) ed è funzionalmente composto da diversi sottosistemi che interagiscono con un'unità elaborativa centrale, dove vengono elaborate tutte le informazioni relative all'utenza e al funzionamento dei servizi.**
- **L'abbonato a TIN, sia Premium che Clubnet, può collegarsi con un qualunque computer che disponga dei seguenti componenti: modem PSTN o ISDN, stack TCP/IP con supporto del protocollo PPP, protocollo di autenticazione CHAP o PAP.**
- **Appositi apparati di rete e l'architettura adottata con tre server di autenticazione su ciascun router di accesso consentono la distribuzione del carico e una configurazione di alta disponibilità su base geografica per il servizio di accesso.**
- **Il sistema di gestione clienti è preposto alle seguenti funzioni: archiviazione sicura della base dati, facile e veloce reperibilità dei dati, manutenzione e organizzazione efficiente della base dati.**
- **Gli abbonati Premium hanno, rispetto agli abbonati Clubnet, maggiore disponibilità di banda internazionale e l'accesso a servizi esclusivi.**
- **Dal settembre 1999 TIN ha introdotto, tra i servizi Web, alcuni "portali" tematici, cioè alcuni nuovi siti web che possono funzionare da guida di riferimento per la navigazione e il reperimento di informazioni su Internet.**
- **TIN offre agli utenti Internet due punti di aggregazione completamente gratuiti per conoscersi e entrare in qualche modo in contatto: Atlantide e la comunità IRC .**
- **TIN dispone di un complesso sistema di monitoraggio e reportistica costruito ad hoc con prodotti leader di mercato (HP OpenView) e tool di pubblico dominio.**
- **Gli abbonati a TIN possono contare su due servizi di assistenza online: un numero verde telefonico (800 018787;) e un sito web specializzato (http://how.tin.it).**

## 3. Il sistema SMS (Subscriber Management System)

Tutti i servizi di TIN, sia quelli offerti all'utenza sia quelli di supporto alla gestione interna, si basano sull'esistenza di una vasta e complessa base dati.

Come si è prima accennato, il sistema SMS svolge le seguenti funzioni:

- l'archiviazione sicura della base dati;
- la facile e veloce reperibilità dei dati;
- la manutenzione e l'organizzazione efficiente della base dati.

Il sistema è strutturato su più nuclei di elaborazione per migliorare le prestazioni distribuendo il carico ed è suddiviso tra i centri di Cagliari e Pomezia per minimizzare i rischi di disastri ambientali. Un meccanismo di replica assicura la congruenza e l'allineamento dei dati tra i diversi nuclei.

La tecnologia oggi utilizzata è basata su sistemi standard presenti nel mercato: sono impiegati server UNIX (Solaris di Sun Microsystem e UX di Hewlett Packard) con un database relazionale Sybase.

Nel sistema SMS sono contenuti tutti i dati degli abbonati TIN dal momento della sottoscrizione del contratto, ai successivi rinnovi o integrazioni, fino all'eventuale disdetta del contratto. L'abbonato Premium o Clubnet entra nell'SMS all'atto della sottoscrizione che può avvenire in diversi modi:

- chiamando con un modem un numero verde (un numero urbano nel momento in cui si utilizzerà RADIUS) e procedendo con la registrazione online;
- telefonando al numero verde di helpdesk commerciale 800 018787;
- utilizzando un *CD-ROM (Compat Disk-Read Only Memory)* Clubnet;
- impiegando un corredo *(kit)* TIN acquistato da un rivenditore o ricevuto assieme all'acquisto di una rivista;
- usando i modelli di acquisto *(form on line)* sul sito

principale *www.tin.it*, qualora disponga già di un accesso Internet;
- acquistando un abbonamento prepagato da rivenditori ovvero attraverso Microsoft (utenti della PSTN).

All'atto della stipula del contratto il cliente sceglie una coppia *username/password* per l'accesso, uno o più, a seconda del tipo di abbonamento, indirizzi di posta elettronica @tin.it e una corrispondente password; queste informazioni sono memorizzati assieme ai dati anagrafici, in opportuni campi di un database, utilizzato poi dai servizi di controllo dell'accesso. L'SMS come un sistema a strati può essere schematizzato con un modello (figura 3): modello di adesione, strato centrale, *RDBMS (Relational Data Base Management System)*. Alcuni moduli facenti parte dello strato centrale permettono di interrogare la base dati servendo componenti esterni relativi all'erogazione di

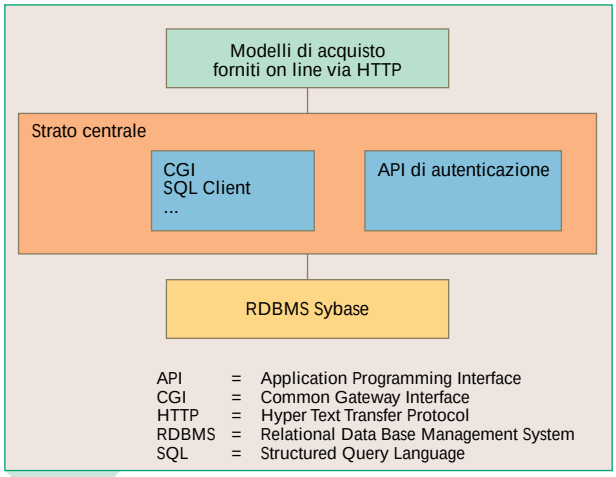



**Figura 3** *Modello del Subscriber Management System.*

vari servizi (posta elettronica, ftp [7], ...).

L'SMS oggi utilizzato è un prodotto costruito *ad hoc* dal settore tecnico di TIN in collaborazione con diversi fornitori. È anche prevista la migrazione verso un nuovo SMS basato sul prodotto Infranet della società Portal: il nuovo SMS consentirà di semplificare l'approntamento di nuove offerte commerciali e renderà più efficiente la comunicazione tra il *repository* centrale (SMS) ed i sistemi di erogazione periferici (posta elettronica, e-mail, sistemi di Hosting, sistemi di commercio elettronico).

## 4. Servizio Premium

Gli abbonati TIN Premium, oltre ad avere rispetto a Clubnet una connettività internazionale migliore e caratteristiche di abbonamento più vantaggiose (maggior spazio su disco, più indirizzi di posta elettronica) possono utilizzare alcuni servizi esclusivi TIN, non accessibili agli abbonati Clubnet:
- consultazione "online" dell'elenco telefonico aggiornato del servizio 12 di Telecom Italia *(http://elenco.tin.it);*
- invio di "short message" su telefoni GSM e ricezione sul proprio telefono cellulare di messaggi indirizzati via Internet ad un proprio indirizzo di posta elettronica *(http://sms.tin.it);*
- consultazione della propria casella postale *(mailbox)* tramite un normale terminale telefonico *(http://vocmail.tin.it)* telefonando a numeri memorizzati su server TIN equipaggiati con schede Dialogic e software di sintesi vocale sviluppato dallo CSELT;
- utilizzo del roaming internazionale del circuito *I-Pass (http://www.tin.it/ipass)* che consente il collegamento a TIN anche dall'estero con chiamate telefoniche a numeri locali (copertura su centocinquanta Paesi con circa 4 mila PoP).

## 5. Il sistema di posta elettronica

Il sistema di posta elettronica TIN fornisce ai clienti alcuni servizi tradizionali quali l'indirizzo di posta elettronica e la relativa casella postale; i sistemi per trasmettere e ricevere posta elettronica.

Gli indirizzi degli abbonati TIN sono caratterizzati dal dominio @tin.it. Il server *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)* [8], offerto ai clienti per inviare propri messaggi in posta elettronica e utilizzato anche come *Mail Relay* (agente che si occupa del trasporto e della consegna dei messaggi nelle caselle postali), ha l'indirizzo mail.tin.it. Il server *POP3 (Post Office Protocol 3)* [9] al quale gli utilizzatori si collegano per leggere i messaggi nella propria casella ha l'indirizzo *box.tin.it*. Per ragioni di sicurezza e per prevenire abusi (antispamming), il server *SMTP mail.tin.it* è utilizzabile solo dai clienti connessi alla rete di accesso TIN.

Le maggiori difficoltà che si incontrano nella realizzazione di un servizio di posta elettronica efficiente, veloce, affidabile, funzionante "up and running" con un livello di disponibilità del servizio superiore al 99,7 per cento, sono legate principalmente alla crescita del numero degli utenti. La soluzione adottata da TIN è basata su un'architettura particolare e sull'adozione di un prodotto leader nel mercato, quale l'Intermail di Software.com.

L'architettura del sistema di posta TIN ha già le dimensioni che consentono di poter gestire in modo adeguato oltre due milioni di caselle postali.

Ogni server di posta ha due interfacce di rete. I server su cui risiedono i messaggi sono collegati con una rete interna il cui traffico non interferisce (in quanto viaggiano separatamente) con quello di posta elettronica o con la rete dorsale Interbusiness.

Il traffico di posta elettronica diretto verso il server *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)* è bilanciato tra diverse apparecchiature usando un meccanismo a rotazione *(round robin)* nella conversione da nome a indirizzo. Il server POP3 svolge la funzione di autenticazione su un *directory server* basato su tecnologia proprietaria *software.com*.

Per la posta elettronica è stata realizzata una rete a strati *(tiered network)* per rispondere ad alcune specifiche esigenze che in particolare riguardano:
- I sistemi in cui sono immagazzinati i messaggi sono il punto di raccolta centralizzato di informa-

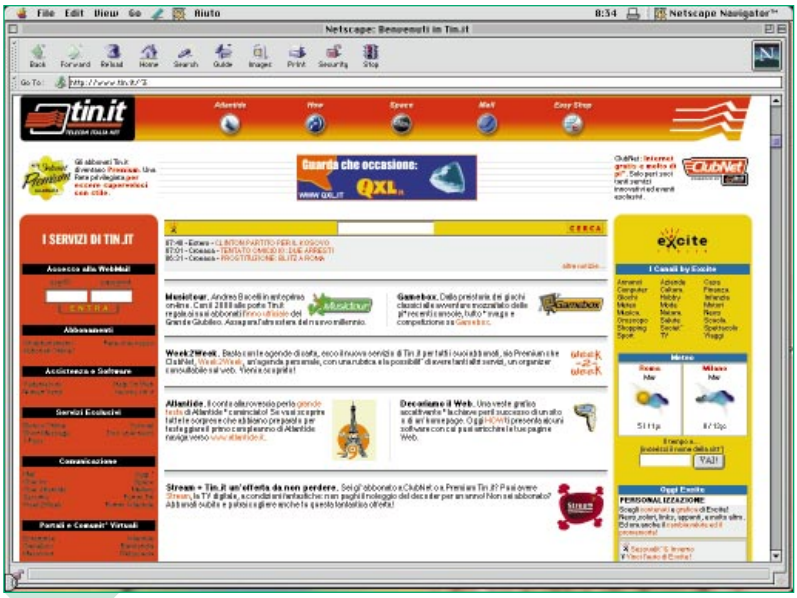


**Figura 4** *Una "Home page" di TIN.*

di connessioni *(hits)* al giorno. Per garantire il massimo livello di servizio il sito è stato ridondato su più server *HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)* [10], [11]e su numerosi apparati.

Dalla Home Page del Web www.tin.it è anche possibile accedere, inserendo username e password, alla propria casella di posta elettronica @tin.it, utilizzando un'interfaccia completamente basata su Web *(Web Mail)* e senza quindi che sia necessario disporre di un client dedicato.

In collaborazione con lo CSELT sono stati sviluppati due servizi che continuano ad avere un notevole successo tra gli utenti e che meritano di essere approfonditi, sia per la tecnologia su cui si basano sia per il tipo di servizio che forniscono: *Mailory* e *Certification Authority TIN*.

Anche se dall'inizio degli anni Novanta sono disponibili elenchi di indirizzi *(Directory pubblici)*, quali ad esempio *Paradise-Nameflow*, basato sulla tecnologia che risponde alla Raccomandazione ITU-T X.500, solo negli ultimi due anni la diffusione su vasta scala di servizi a valore aggiunto basati su Internet ha reso necessario compilare nuovi e più ricchi elenchi che contengono gli indirizzi di posta elettronica del "popolo telematico", per facilitarne la comunicazione in rete.

In Italia non era stata avviata un'iniziativa del genere, cioè un servizio che consentisse di trovare l'indirizzo di una persona sulla base di alcune informazioni. È perciò nato *Mailory*, l'elenco di posta elettronica di TIN.

Il servizio è rivolto principalmente agli utenti TIN, ma in generale esso è fruibile da tutti gli utenti Internet italiani. Essi devono fornire però dati corretti

zioni critiche per i clienti e non devono essere visibili perciò direttamente su Internet; infatti, sebbene i router abbiano capacità di filtraggio, potrebbe accadere che un *hacker* riesca a ottenere l'accesso alla *server farm* utilizzando ben note tecniche di intrusione *(exploiting)* basate sui "buchi" presenti nei protocolli Internet e nei sistemi operativi dei server.

- Il prodotto InterMail si basa su un'architettura distribuita ed è quindi in grado di bilanciare il traffico della rete fornendo diversi cammini per il traffico SMTP e POP3. Questa caratteristica consente di evitare il raddoppio del carico di rete (arrivo dei messaggi sul server e *download* degli stessi da parte degli abbonati), rendendo praticamente impossibili congestioni di rete, lentezza di risposta, perdite di pacchetti.
- Il directory server contiene username, password e dati di addebito di tutti gli utenti. Per ragioni di sicurezza questo servizio è installato su uno strato secondario in modo da minimizzare i rischi di accesso non autorizzato a dati conservati dopo essere stati criptati, ma che sarebbero stati attaccabili con algoritmi e tecniche di "forza bruta" (e cioè con una scansione sistematica di tutte le possibili configurazioni).

## 6. Servizi WEB

Il sito principale del servizio TIN risponde all'indirizzo *http://www.tin.it* ed è proposto ai clienti come sito iniziale per la navigazione (figura 4): questo sito risulta il più richiesto tra i servizi TIN disponibili su Web con oltre 20 milioni



**Figura 5** *Mailory: il servizio di "E-mail directory" di TIN (http://mailory.tin.it).*

(in particolare l'indirizzo di posta elettronica che serve per verificare l'esistenza del soggetto), e devono accettare le condizioni per l'utilizzo del servizio. L'utente ha così a disposizione una "mini" *Home Page Web* che contiene una serie di informazioni utili (oltre agli indirizzi di posta elettronica, quelli di ufficio e abitazione, numeri di telefono, di fax, di cellulare, un breve spazio per una nota personale, puntatori ad altre pagine Web).

Il sistema ora utilizzato consente l'accesso al servizio sia tramite browser Web, per mezzo di un gateway di interconnessione tra HTTP e *LDAP (Liteweight Directory Access Protocol)* [12] per mezzo di un gateway di interconnessione tra HTTP e LDAP, sia tramite il cliente LDAP integrato in Microsoft Internet Explorer e in Netscape Communicator.

Il servizio Mailory è stato avviato nel luglio 1996 e ha raccolto finora oltre 70 mila adesioni con una media di 80-100 registrazioni al giorno di nuovi iscritti al servizio.

Con la realizzazione della *CA (Certification Authority)* TIN, è stata integrata in mailory - come opzione su richiesta di ciascun aderente al servizio, l'informazione relativa alla parte pubblica del certificato X.509 [13] rilasciato dalla CA-TIN.

La Certification Authority è l'autorità preposta al rilascio dei certificati elettronici necessari per identificare un interlocutore telematico - sito o utente - e per riconoscere il mittente di un messaggio mediante firma elettronica.

Il sistema di certificazione si basa sulla crittografia asimmetrica, che impiega una coppia di chiavi: la prima pubblica, l'altra privata. La chiave privata deve essere nota esclusivamente al legittimo proprietario, che deve custodirla segretamente; quella pubblica invece è contenuta nel certificato elettronico che va distribuito a tutti i possibili corrispondenti.

Il certificato è un documento elettronico contenente la chiave pubblica e l'indicazione della persona o organizzazione a cui appartiene la corrispondente chiave privata [14]. I servizi che prevedono l'utilizzo di un certificato elettronico si possono dividere in servizi per l'accesso sicuro, *HTTPS (HTTP Secure)* e in servizi di posta elettronica sicura.

*Il servizio per l'accesso sicuro* si basa sull'autenticazione del server mediante il meccanismo dei certificati. Dopo la fase di autenticazione, lo scambio dei dati tra client e server avviene in modo cifrato, mediante un protocollo che garantisce la sicurezza: *SSL (Secure Sockets Layer).*

*Il servizio di posta sicura* consente di crittografare i messaggi, di corredarli poi con la propria firma elettronica in modo da garantire al destinatario l'identità del mittente, e di garantire infine l'integrità del messaggio.

TIN fornisce una dimostrazione tecnica delle funzionalità dei servizi legati ad una Certification Authority.

Il servizio consente di:

- installare il certificato della Certification Authority;
- richiedere un certificato personale abilitato per la posta sicura *S/MIME (Secure/Multipurpose Internet Mail Extension);*
- controllare i certificati rilasciati dalla Certification Authority;
- controllare le liste di revoca dei certificati;
- revocare i certificati rilasciati dalla Certification Authority.

Il rilascio dei certificati è oggi riservato ai soli clienti TIN. In particolare, username e password di accesso vengono controllate sul SMS e, solo se il controllo dà esito positivo viene rilasciato il certificato.

Il certificato è intestato al singolo utilizzatore di TIN corrispondente a username e password inserite, ma durante l'autenticazione non è effettuato alcun controllo sull'appartenenza dell'indirizzo di posta elettronica al cliente.




**Figura 6** *CA-TIN: la Certification Authority di TIN (http://security.tin.it).*

## 7. I portali di TIN

Da settembre di quest'anno TIN ha introdotto, tra i servizi Web, alcuni "portali" tematici, cioè alcuni nuovi siti Web che possono funzionare da guida di riferimento per la navigazione ed il reperimento di informazioni su Internet. I portali ora disponibili sono dedicati alla piccola e media impresa *(http://enterprise.tin.it)*, alla musica *(http://musictour. tin.it)*, ai giochi *(http://gamebox.tin.it)*, agli abbonati Clubnet *(http://clubnet.tin.it).*

I portali sono nati per sviluppare nuove aree di contenuto da tin.it che diventino uno dei punti di forza nella scelta dell'adesione a Premium ovvero a Clubnet da parte dell'utenza Internet.

Il portale per la piccola e media impresa si basa, tra l'altro, sull'iniziativa *Soluzioni2000 (http://www.soluzioniduemila.com)* che coinvolge tin.it, Microsoft e un ampio gruppo di partner qualificati, che perseguono l'obiettivo di avvicinare a Internet le piccole e medie imprese e gli studi professionali e di rendere ad essi disponibile lo sviluppo tecnologico.

Il portale della musica, *Musictour*, si propone di diventare il punto di riferimento on-line per Italia, estendendo gradualmente la sua copertura alla scena europea e alle principali capitali mondiali della musica.

Il sito è dedicato ad argomenti ed a novità musicali, focalizzate sul panorama della musica dal vivo fornendo informazioni aggiornate sui cantanti e sui loro tour in Italia e fuori.

Oltre ad avere tutte le informazioni sugli interpreti (con relative schede biografiche) il sito fornisce un calendario di appuntamenti, aggiornato quotidianamente, al quale si collegano, direttamente dalla Home Page, una serie di aree editoriali, alcune delle quali con caratteristiche di approfondimento, studiate per coniugare informazione, intrattenimento e interattività.

Musictour, nato dall'esperienza di Rock Online Italia, leader del proprio comparto, è un sito iperspecialistico che mira a interessare una fascia di pubblico giovane, musicofilo e amico della tecnologia. Con questo segmento si vuole aggregare una comunità Web.

Il portale per i giochi, *Gamebox*, è il sito di tin.it dedicato alle risorse legate ai giochi. Esso contiene un estratto delle novità di *InGame.com*, è aggiornato quotidianamente, ed è stato concepito in maniera da informare gli utenti sulle diverse iniziative per indirizzarli direttamente verso i servizi offerti.

Il sito si compone di tre aree:

- *Ingame*, area editoriale e commerciale;
- *Tinplayer*, area *multiplaying* e comunicazione avanzata con i clienti;
- Leader, area *community* dedicata a tornei, classifiche, giochi e alla generazione spontanea di contenuti.

## 8. Le comunità virtuali di TIN: Atlantide e IRC

Oltre ai servizi più tradizionali (news [15] , posta elettronica), TIN offre agli utenti Internet due punti di aggregazione completamente gratuiti per conoscersi ed entrare in qualche modo in contatto: Atlantide e la comunità *IRC (Internet Relay Chat)* [16] .

Atlantide *(http://www.atlantide.it)* è un sistema che memorizza un profilo personale in una centrale e che consente l'utilizzo di un insieme di servizi: Acropoli *(Chat via Web http://acropoli.atlantide.it)*, C6 (la risposta di TIN ad ICQ ed a Instant Messenger di AOL/Netscape), Ingame *(http://www.ingame.com)*.

Atlantide è nato nell'ottobre 1998 e conta ad ottobre di quest'anno oltre 300 mila iscritti. Il punto di forza di Atlantide è quello di consentire con la stessa coppia nickname-password, che l'utente sceglie in fase di iscrizione alla comunità, l'accesso a più servizi. In questo modo il nickname è univocamente associato al cliente. Atlantide è anche un esempio fortunato di integrazione tra diverse piattaforme di erogazione (UNIX e NT) e tra i software commerciali e quelli sviluppati ad hoc.

Una delle caratteristiche più recenti introdotte nel servizio C6 riguarda la possibilità di contattare gli iscritti alla comunità, stabilendo una connessione NetMeeting e realizzando una comunicazione Video/Voice over IP. Della videoconferenza su IP con il protocollo H.323 si parla in modo approfondito in [17].




**Figura 7** *Atlantide: il sito TIN delle comunità virtuali.*

Tramite C6 è anche possibile lo scambio o la messa in comune di archivi dati di qualunque dimensione senza utilizzare alcun software client o server aggiuntivo.

La comunità IRC offre invece un servizio di chat testuale erogato con tecnologia ircII, accessibile con client dedicato IRC (irc.tin.it alle seguenti porte TCP 5555, 5667, 6665, 6667, 6668, 6669) e via Web *(http://irc.tin.it)* con un client Java.

Il server IRC di TIN ha avuto in ottobre di quest'anno oltre 60 mila connessioni giornaliere con punte di circa 4 mila utenti contemporanei. La tecnologia IRC consente a diversi server di essere interconnessi tra loro e di condividere gli utenti. Irc.tin.it fa oggi parte del circuito IRC-Net: gli utenti connessi a TIN possono comunicare in chat in tempo reale con tutti gli utenti Internet connessi a uno qualsiasi degli altri server del circuito.

## 9. Il sistema di monitoraggio

TIN dispone di un complesso sistema di monitoraggio e registrazione costruito ad hoc con prodotti leader di mercato *(HP OpenView)* e con applicativi di dominio pubblico.

Una parte del sistema controlla mediante *SNMP (Simple Network Management Protocol)* [18], [19] lo stato dei router di accesso (gli utenti contemporanei, la banda utilizzata e disponibile, il tempo di buon

funzionamento dell'apparato,...) e riporta in grafici accessibili via Web su pagine riservate al personale tecnico di TIN la storia di ciascun apparato e i dati aggregati. Sono disponibili anche un controllo ed un andamento nel tempo dello "stato" e delle "prestazioni" dei collegamenti tra la rete Interbusiness e altre dorsali. In figura 8 è riportato l'andamento settimanale del numero totale su tutti i PoP degli utenti TIN PSTN e ISDN connessi contemporaneamente alla rete.

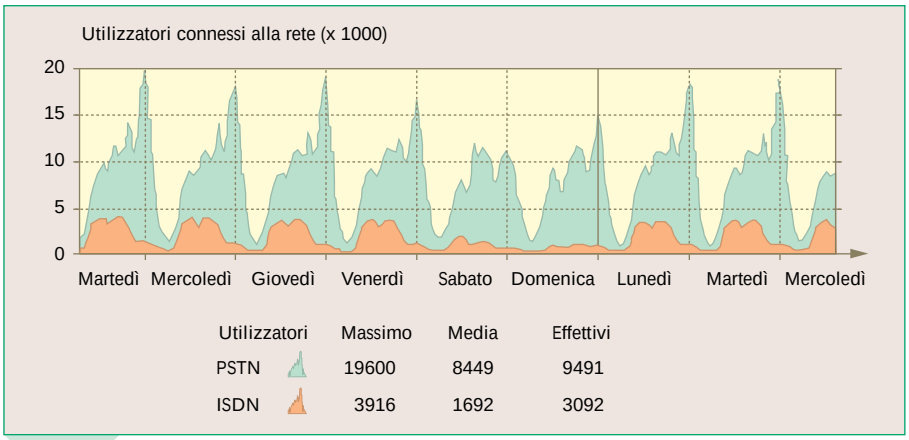



**Figura 8** *Esempio di statistiche di traffico ottenute mediante il sistema di monitoraggio.*

Un'altra parte del sistema controlla lo stato delle macchine *CPU (Central Processing Unit)* - e in particolare lo spazio del disco integrato e il carico delle CPU - e quello dei processi utilizzati per l'erogazione dei servizi: *HTTP, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), PoP3*. Anche per le macchine è disponibile un andamento nel tempo consultabile via Web. In figura 9 è riportato un grafico che riassume l'andamento settimanale del carico delle CPU su una delle macchine che forniscono il servizio relativo al sito *www.tin.it*.

Il sistema avverte automaticamente con modalità differenti (posta elettronica, segnalazioni sonore, SMS su GSM) il personale tecnico della presenza di un disservizio.

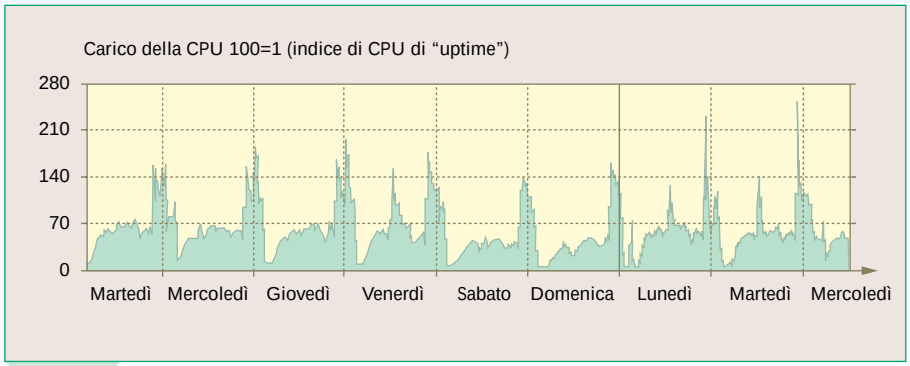



**Figura 9** *Esempio di statistiche di carico elaborativo di un server Web TIN.*

## 10. L'Help Desk

Gli abbonati a TIN possono contare essenzialmente su due servizi di assistenza online: un numero verde telefonico (800 018787) e un sito Web specializzato *(http://how.tin.it)*.

L'assistenza telefonica via numero verde prevede un collegamento tra il cliente e l'operatore ed è gestito con un sistema di registrazione dei guasti *(trouble ticketing)* che consente di conoscere la storia dei problemi e delle chiamate strutturata su diversi campi: utente, tipologia del problema, sistema operativo.

Con i dati raccolti è possibile effettuare elaborazioni statistiche e pianificare interventi migliorativi sia del servizio di help desk sia dell'intero servizio di TIN.

## 11. Conclusioni

Dall'avvio del servizio fino ad oggi la crescita di TIN è stata esponenziale, in linea con il successo dei più importanti servizi internazionali basati sulla rete Internet. Come si è già ricordato si è passati dai 40 mila clienti del 1996 al superamento di un milione sul finire di quest'anno.

In Italia TIN ha seguito la continua maggiore diffusione di una cultura della comunicazione in rete, sempre proponendosi come punto di riferimento, nel mercato Internet, per la clientela residenziale e di massa. Per molti aspetti anzi, TIN ha favorito lo sviluppo di quel tipo di cultura attraverso iniziative distintive (progetto Web Scuola) o con particolari offerte commerciali (TIN e lode) e con servizi di customer care completamente gratuiti.

Dal punto di vista dei servizi, TIN è presente praticamente in tutti i settori Internet nuovi e tradizionali: dall'accesso alle news, dalla posta elettronica al chat e all'instant messaging, dal Web al commercio elettronico.

Da un punto di vista tecnico le caratteristiche fondamentali di TIN sono la modularità, il provisioning self service online e l'adozione di un sistema di gestione dei clienti centralizzato, una specie di comune denominatore su cui costruire applicazioni e servizi per milioni di clienti con livelli di servizio adeguati alle loro esigenze e rispondenti alle attese.

TIN ha anche saputo seguire nel tempo l'evoluzione del mercato puntando dapprima su contratti a pagamento con varie qualità di accesso (per primo ha

offerto l'accesso a Internet via ISDN); e successivamente sull'accesso gratuito (Clubnet) e su servizi avanzati (comunità virtuali e siti portali). TIN vuole continuare a essere in futuro leader del mercato nel settore residenziale e aggredire il segmento italiano delle piccole e medie imprese offrendo sempre più servizi con un alto valore aggiunto.

## Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| API | Application Programming Interface |
| CA | Certification Authority |
| CD-ROM | Compat Disk-Read Only Memory |
| CGI | Common Gateway Interface |
| CHAP | Challenge Handshaking Authentication Protocol |
| CPU | Central Processing Unit |
| ftp | file transfer protocol |
| HTTP | Hyper Text Transfer Protocol |
| HTTPS | HTTP Secure |
| IRC | Internet Relay Chat |
| LDAP | Liteweight Directory Access Protocol |
| MIME | Multipurpose Internet Mail Extension |
| PAP | Password Authentication Protocol |
| PoP | Point of Presence |
| POP 3 | Post Office Protocol 3 |
| PPP | Point to Point Protocol |
| PSTN | Public Switched Telephone Network |
| RADIUS | Remote Authentication Dial In User Service |
| RDBMS | Relational Data Base Management System |
| S/MIME | Secure/MIME |
| SMS | Service Management System |
| SMTP | Simple Mail Transfer Protocol |
| SNMP | Simple Network Management Protocol |
| SQL | Structured Query Language |
| SSL | Secure Sockets Layer |
| TACACS+ | Terminal Access Controller Access Control Systems |
| TCP/IP | Transmission Control Protocol/IP |
| TIN | Telecom Italia Net |
| TOL | Telecom On Line |
| UDP | User Datagram Protocol |
| VOL | Video On Line |



*Carlo D'Acunto* si è laureato con lode in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli studi "La Sapienza" di Roma, dopo una serie di esperienze come programmatore e sistemista UNIX/NT in società di informatica, è entrato nel febbraio 1996 a far parte della linea Servizi Interattivi Multimediali (ora Divisione Internet) di Telecom Italia nel settore Tecnologie e Operations (ora Infrastrutture Tecnologiche), dove tuttora opera. Ha partecipato, come progettista tecnico e system administrator, alla costruzione del servizio ISP su linea ISDN Telecom On Line (TOL), alla integrazione in TIN dei servizi TOL e Video On Line (VOL), alla realizzazione di servizi come Angolo del 2000, siti Walt Disney, Pagine Gialle di Seat, Web Hosting, E-Commerce. Esperto di protocolli, tecnologie, prodotti e servizi legati a Internet, partecipa oggi in TIN alla definizione e all'evoluzione delle architetture tecniche per gran parte dei servizi erogati (web, proxy, firewall, chat, …), mantenendo il know-how e il ruolo di system administrator e definitore di soluzioni per i sistemi operativi Solaris, Linux, Microsoft NT.

## Bibliografia

[1] Simpson, W.: *The Point-to-Point Protocol (PPP).* RFC PPP, 1548 DS, 9 dicembre 1993.

[2] Finseth, C.: *An Access Control Protocol, Sometimes Called TACACS.* RFC tacacs+, 1492 I, 23 luglio 1993.

[3] Postel, J.: *Transmission Control Protocol.* RFC TCP, 0793 S, 1° settembre 1981.

[4] Rigney, C.; Rubens, A.: *Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS).* RFC RADIUS, 2138, aprile 1997.

[5] Rigney, C.: *RADIUS Accounting.* RFC RADIUS, 2139, aprile 1997.

[6] Postel, J.: *User Datagram Protocol.* RFC UDP, 0768 S, 28 agosto 1980.

[7] Postel, J.; Reynolds, J.: *File Transfer Protocol.* RFC ftp, 0959 S, 1° ottobre 1985.

[8] Postel, J.: *Simple Mail Transfer Protocol.* RFC SMTP, 0821 S, 1° agosto 1982.

[9] Butler, M.; Chase, D.; Goldberger, J.; Postel, J.; Reynolds, J.: *Post Office Protocol - version 2.* RFC POP3, 0937 H, 1° febbraio 1985.

[10] Berners-Lee, T.; Fielding, R.; Frystyk, H.: *Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.0.* RFC HTTP, 1945, maggio 1996.

[11] Fielding, R.; Gettys, J.; Mogul, J.; Frystyk, H.; Berners-Lee, T.: *Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1.* RFC HTTP, 2068, gennaio 1997.

[12] Howes, T.; Smith, M.: *The LDAP Application Program Interface.* RFC LDAP, 1823 I, 9 agosto 1995.

[13] Housley, R.; Hoffman, P.: *Internet X.509 Public Key Infrastructure Operational Protocols.* RFC X.509, 2585, maggio 1999.

[14] Brusotti, S.; D'Amico, R.; Marconi, F.; Montesi, S.: *La sicurezza in Internet: aspetti tecnologici, amministrativi, legali.* "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 7, n. 3, dicembre 1998, pp. 40-60.

[15] Kantor, B.; Lapsley, P.: *Network News Transfer Protocol: A Proposed Standard for the Stream-Based Transmission of News.* RFC nntp, 0977 PS, 1° febbraio 1986.

[16] Oikarinen, J.; Reed, D.: *Internet Relay Chat Protocol.* RFC IRC, 1459 E, 26 maggio 1993.

[17] Montechiarini, C.: *I servizi IP di Telecom Italia: l'offerta per i clienti affari.* Su questo stesso numero del "Notiziario Tecnico Telecom Italia".

[18] Case, J.; McCloghrie, K.; Rose, M.; Waldbusser, S.: *Management Information Base for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2).* RFC SNMP, 1907 DS, 22 gennaio 1996.

[19] Case, J; McCloghrie, K.; Rose, M.; Waldbusser, S.: *Structure of Management Information for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2).* RFC SNMP, 1902 DS, 22 gennaio 1996.

MPEG

# La rivoluzione del numerico nell'audiovisivo: gli standard MPEG

*Il gruppo ISO/IEC MPEG (Moving Picture Experts Group) si è costituito nel 1988, cioè nel momento in cui la ricerca sulla codifica dell'audio e del video incontrava la capacità dell'industria microelettronica di realizzare i complicati algoritmi in grado di ridurre la velocità di cifra richiesta da questi segnali a valori accettabili per le portanti fisiche e numeriche disponibili mantenendo la qualità adatta all'intrattenimento. MPEG ha portato diversi elementi innovativi: l'approccio a coinvolgere nello sviluppo degli standard tutti i settori industriali rilevanti per l'emergere di uno standard riconosciuto, di vero successo, lo sviluppo di una tecnologia di base "aperta" e sfruttabile da tutte le industrie coinvolte, la riduzione del tempo di sviluppo di uno standard attingendo direttamente al personale coinvolto nella ricerca, la ferrea gestione del piano di lavoro, che garantisce risultati che possono trovare subito applicazioni industriali rilevanti. Grazie a questo fatto, partendo da un gruppo iniziale costituito nel 1988 da 15 partecipanti, MPEG si è trasformato in un gruppo con una partecipazione media di 350 persone, appartenenti a 200 diverse società del settore ITC in rappresentanza di 20 differenti Paesi.*




L'intervento di Leonardo Chiariglione, dopo aver ricevuto il premio della Fondazione Eduard Rhein "For stimulating and pushing forward the MPEG standard for coding of moving pictures and associated audio, especially the worldwide acknowledged digital TV standard MPEG-2".

*Di regola MPEG organizza tre meeting all'anno (in marzo, luglio e novembre) della durata di una settimana e caratterizzati da ritmi di lavoro frenetici. Gli incontri si fanno più frequenti quando il lavoro di definizione si avvicina alle scadenze fondamentali (milestone).*

*Gli standard definiti da MPEG hanno portato a compimento la rivoluzione del numerico nell'audiovisivo, vincendo di fatto la battaglia che contrapponeva questo approccio all'affermazione della televisione ad alta definizione con tecnologia ancora analogica. Basti per questo ricordare lo standard MPEG-2 utilizzato per la televisione numerica in tutto il mondo, e lo standard MP3, che fa parte dell'MPEG-2, ora utilizzato per la musica in rete.*

*È motivo di soddisfazione per questa rivista poter dire che la mente che ha architettato e gestito questa avventura è quella di Leonardo Chiariglione, responsabile dell'Area Tecnologie e Servizi Multimediali allo CSELT di Torino. Fin dal 1971, anno del suo ingresso in CSELT, Chiariglione si è occupato di video e multimedialità. Il suo primo progetto nel Centro di Ricerca fu infatti relativo ad un "videotelefono", naturalmente analogico. Successivamente questo ricercatore assieme ai propri collaboratori ha lavorato per anni alla codifica del segnale video. Ricordiamo che viene da questo gruppo il prototipo di terminale di videoconferenza a 2 Mbit/s secondo la raccomandazione H.120 (poi industrializzato dalla SEPA e messo in servizio dalla SIP), l'unità di multiconferenza, il prototipo di sistema di trasmissione di immagini fisse basato sulla DCT, uno dei primi al mondo, e la famiglia dei decoder MPEG-1, MPEG-2 ed MPEG-4, di cui realizzarono alcuni fra i primi prototipi al mondo.*

*E l'avventura di Chiariglione non è ancora finita. È infatti in cantiere la definizione delle specifiche di MPEG-7 che affronta il problema della descrizione ad alto livello del contesto multimediale, per realizzare forme particolarmente evolute di interattività, e si sta lanciando il tema per il ventunesimo secolo: MPEG-21, ovvero il commercio di audiovisivi in Rete.*

*Non è peraltro un caso che il fenomeno MPEG e Chiariglione si siano sviluppati in un contesto di ricerca italiano.*

# MPEG

*Proprio alla fine degli anni Ottanta, mentre nei laboratori CSELT si concepiva l'avventura del gruppo MPEG, sull'asse Torino-Milano si collocava una nutrita serie di iniziative di rilievo sul fronte del trattamento del segnale audiovisivo.*

*Fra tutte basti ricordare l'avanzato codec per HDTV, con compressione intra e inter-frame, che proprio in quegli anni era realizzato nei laboratori Telettra di Vimercate, e che fu utilizzato assieme al Centro Ricerche RAI per la trasmissione via satellite di programmi HDTV in occasione dei mondiali di calcio del 1990. Poco dopo, però Telettra fu acquistata da Alcatel, che rifocalizzò l'attività dei laboratori italiani su tematiche di diversa natura.*

*CSELT invece ha accompagnato e sostenuto l'attività di Chiariglione nello sviluppo del filone MPEG, con la convinzione di fondo che lo sviluppo di standard aperti non potesse che favorire la crescita di un mercato del numerico, che in prospettiva avrebbe travalicato le separazioni classiche fra i diversi settori delle telecomunicazioni, come lo sviluppo di Internet oggi ci conferma.*

*I nove prestigiosi riconoscimenti internazionali che negli ultimi anni sono stati conferiti a Chiariglione per la sua attività su MPEG (cfr. http://drogo.cselt.it/leonardo/) sigillano pertanto una storia di successo, espressione di una globalizzazione tecnologica che diventa globalizzazione del mercato. Dagli Stati Uniti al Giappone, passando per l'Europa ma anche per la Cina, centinaia di ricercatori intrecciano il loro lavoro in una trama complessa che trova un punto di riferimento tecnico e organizzativo in Torino. Il tutto anche facilitato dal fatto di poter discutere le questioni tecniche con Chiariglione utilizzando la propria lingua natia. Infatti fin dai tempi del proprio PhD ottenuto in Giappone, il nostro ingegnere ha scoperto la passione per le lingue orientali, e così oggi nel suo repertorio linguistico annovera, oltre a tutte le principali lingue del mondo occidentale, anche Giapponese e Cinese. Un altro tipo di spinta allo sviluppo delle comunicazioni…*

Cesare Mossotto
(Direttore Generale dello CSELT)




Al momento di andare in stampa abbiamo appreso che Leonardo Chiariglione è stato inserito al 19° posto nella speciale classifica "Time Digital annual ranking of technology's" che racchiude i 50 nomi più prestigiosi nel settore tecnologico.

*[N.d.r.]*

MPEG

# MPEG, dalla concezione di un'idea ai suoi effetti

**LEONARDO CHIARIGLIONE**

*Un gruppo di esperti, costituito dieci anni fa in un Gruppo di lavoro ISO ai più ignoto, ha cambiato il mondo della standardizzazione audio e video.*
*In questo lavoro si descrivono il contesto in cui è nata l'idea del Gruppo MPEG (Moving Picture Experts Group), le motivazioni che hanno portato alla sua costituzione e l'organizzazione del gruppo. Vengono illustrate le buone regole della standardizzazione che il gruppo si è dato e che si pensa siano abbastanza generali da essere applicabili in molti altri casi. Viene inoltre presentato il modo in cui MPEG sviluppa uno standard.*
*Segue un'illustrazione sommaria dei tre standard finora prodotti (MPEG-1, 2 e 4) e dei piani relativi ad MPEG-7, l'ultimo nato della famiglia.*

## 1. Anni Ottanta: le tecnologie numeriche negli apparati d'utente

La teoria dell'elaborazione numerica dei segnali iniziata da Nyquist negli anni Trenta, diede i suoi frutti negli anni Sessanta quando il CCITT (ora ITU-T) promulgò le famose raccomandazioni per la numerizzazione del segnale vocale telefonico definendo una frequenza di campionamento a 8 kHz e due metodi di quantizzazione: legge μ a 7 bit/campione e legge A a 8 bit/campione. Gli operatori di telecomunicazione cominciarono così a installare apparecchiature che multiplavano 24 o 30 segnali telefonici ad una velocità di trasmissione rispettivamente di 1544 o 2048 kbit/s. Questa "numerizzazione della rete" non ebbe però alcun effetto pratico per l'utente in quanto il telefono continuava ad essere analogico.

All'inizio degli anni Ottanta, con la pubblicazione della raccomandazione H.120, per la prima volta si portava un segnale - la videoconferenza - a casa dell'utente in forma numerica, anche se si trattava di un utente molto particolare.

Negli stessi anni l'elettronica di consumo, in particolare Philips, RCA e Sony, cominciava a mettere sul mercato i primi apparati che portavano il segnale audio in forma numerica, di tipo musicale, nelle case degli utenti. Dopo una breve battaglia il Compact Disc, definito da Philips e Sony, prevaleva su quello della RCA e riusciva a portare a milioni di case l'audio stereofonico di qualità utilizzando un supporto fisico in grado di trasferire un segnale numerico a 1410 kbit/s.

Nella metà degli anni Ottanta iniziava l'attività di standardizzazione che avrebbe dato luogo alla raccomandazione H.211 (multiplex) e H.261 (codifica video a px64 kbit/s), insieme a varie altre raccomandazioni CCITT per la codifica della voce campionata a 8 e 16 kbit/s con velocità inferiori o eguali a 64 kbit/s. Queste attività erano sinergiche con l'utilizzo dei risultati del grosso progetto di standardizzazione del CCITT noto come ISDN (144 kbit/s sulla linea d'utente). Alla fine degli anni Ottanta, infine, Bellcore cominciava a mostrare i primi risultati della tecnica *ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)* mediante la quale si potevano trasmettere 1,5 Mbit/s verso l'utente e qualche decina di kbit/s nella direzione opposta.

Nel campo della radiodiffusione vari laboratori, soprattutto in Europa, conducevano studi per la definizione di metodi di modulazione che avrebbero consentito di trasmettere un segnale audio o televisivo nelle bande di frequenza VHF ed UHF, ancora oggi utilizzate per la diffusione cosiddetta terrestre, e giungevano alla conclusione che tali frequenze, nelle condizioni di utilizzo tipiche, avrebbero potuto portare da 1 a 4 bit/s per ogni Hz.

Nel campo dell'elettronica di consumo vari laboratori studiavano metodi per codificare segnali audiovisivi per registrarli in forma numerica su nastri magnetici, mentre la Philips studiava metodi per codificare il segnale video a velocità di 1,4 Mbit/s allo scopo di poterlo registrare su compact disc per applicazioni interattive.

Laboratori delle società di diffusione e industrie collegate erano inoltre attivi anche nella codifica dell'audio e del video per radiodiffusione. Si ricordano qui i sistemi di codifica-trasmissione-decodifica *HDTV (High Definition TV)* di RAI e Telettra e le varie realizzazioni americane nel contesto dell'HDTV terrestre sponsorizzate dalla FCC.

Alla fine degli anni Ottanta, dunque, le industrie delle telecomunicazioni e dell'elettronica di consumo avevano alle spalle realizzazioni di valore industriale, che sfruttavano tecniche numeriche per servizi e

applicazioni per l'utilizzatore finale in grado di consolidare o estendere il loro business. Le stesse industrie, insieme a quelle dei servizi di radiodiffusione, stavano attivamente lavorando per nuove generazioni di apparati numerici che avrebbero avuto un ulteriore impatto sul business delle diverse industrie.

Al di là dell'apparente comunanza di soluzioni tecnologiche, esistevano però fondamentali differenze di tradizione, strategia e vincoli di regolamentazione tra le varie industrie e, all'interno di ognuna di queste, tra i diversi Paesi o Regioni del mondo. L'industria delle telecomunicazioni poneva grande valore nell'esistenza di soluzioni standardizzate, ma era tipicamente debole negli apparati d'utente costretti, da una parte, a essere a standard e, dall'altra, ad essere abbandonati al benvolere dell'industria manifatturiera poco propensa ad investire, in quanto abituata a ricevere commesse sicure dagli operatori. L'interesse al numerico poi, a parte i piani a lungo termine di portare la fibra con banda praticamente illimitata all'utente, era condizionato dalle prospettive della numerizzazione della rete telefonica: ISDN base (144 kbit/s) per l'utente domestico e al più primaria (1,5 o 2 Mbit/s) per l'utente professionale.

L'industria dell'elettronica di consumo si sentiva invece completamente svincolata dall'esistenza degli standard (si pensi a 44,1 kHz, la frequenza di campionamento dell'audio per compact disc, derivata dall'utilizzo di un videoregistratore per i primi apparati) ed aveva la cultura e la forza finanziaria per sviluppare gli apparati, inclusi circuiti integrati sofisticati. Era tuttavia debole nella capacità di portare l'apparato al successo sul mercato a causa dell'esistenza di soluzioni funzionalmente simili ma tecnologicamente incompatibili (si pensi al videoregistratore domestico e ai tre formati V2000, Betamax e VHS).

Ancor più complesso il discorso sull'industria dell'intrattenimento, rigidamente regolata in Europa e Giappone e non (apparentemente) regolata negli Stati Uniti. In Europa vigeva la politica dell'evoluzione della televisione verso l'HDTV passando per il D2 MAC (un altro formato per la televisione a 625 righe) e l'HD MAC, ambedue via satellite. Negli Stati Uniti ed in Giappone vigeva la politica dell'evoluzione dall'NTSC analogico all'HDTV analogica via satellite in Giappone e numerica terrestre negli Stati Uniti.

Il lettore attento avrà notato che nella lista delle industrie manca quella dei computer, che compare invece nell'ormai tradizionale lista delle industrie destinate a "convergere". La ragione sta nel fatto che, anche se l'industria dei computer è stata la prima a utilizzare in modo massiccio le tecniche di elaborazione dei dati, ancora alla fine degli anni Ottanta gli apparati di calcolo programmabili accessibili all'utente - Macintosh e PC soprattutto, ma anche Commodore 64 ed Amiga - avrebbero avuto bisogno almeno di un ordine di grandezza in più di capacità di calcolo per riuscire a fornire ai loro utenti suono ed immagini in movimento di dimensione e qualità accettabili.

## 2. MPEG, un'idea che viene da lontano

Durante la sua vita di ricercatore nel campo della codifica video, lo scrivente non è stato alieno da tentativi di unificazione. Più che dall'obiettivo di far "convergere" le industrie, il suo desiderio era quello di giungere alla definizione di architetture comuni di codifica che consentissero una "suddivisione" dei costi di sviluppo dei circuiti integrati, necessari per arrivare a soluzioni economicamente proponibili ed utilizzabili da tutte le industrie su un piano di parità. Tra i molti tentativi può essere ricordata l'idea di un codec universale [1] basato sulla tecnologia *DCT (Discrete Cosine Transformation)* su cui CSELT aveva lavorato per anni e che proprio allora si stava affermando come quella più efficiente e dalle prospettive di integrazione più credibili.

Il progetto *RACE-IVICO (Research in Advanced Communication technologies for Europe-Integrated VIdeo COdec),* guidato dallo CSELT, univa gestori di telecomunicazione, società di radiodiffusione, industrie di circuiti integrati e manifatturiere, tutti accomunati dall'idea di definire e sviluppare pochi circuiti integrati comuni (stima e compensazione del movimento, DCT, controllo di memoria) per utilizzarli su un ampio spettro di applicazioni. Il progetto fu interrotto dopo un anno per varie ragioni, non ultima l'ostilità causata dall'idea di avere nel giro di pochi anni circuiti integrati utilizzabili in applicazioni di televisione numerica che mal si conciliava con la politica ufficiale della Commissione Europea: questa, infatti, vedeva le tecniche numeriche applicate alla televisione solo nella prima decade del terzo millennio.

Vista l'impossibilità di attuare in ambito europeo un progetto di definizione e sviluppo di una tecnologia di codifica audiovisiva utilizzabile da molteplici industrie, si rendeva necessario operare su scala mondiale per essere al riparo da influenze - e anche da pressioni - di natura non tecnica. Lo svantaggio era che, operando su scala mondiale, non si sarebbe giunti anche allo sviluppo della tecnologia ma ci si sarebbe dovuti accontentare della sola definizione.

Il caso (o la "provvidenza") fornì la soluzione. Durante la conferenza Globecom '86 a Houston nel dicembre 1986 lo scrivente fu invitato da Hiroshi Yasuda, già suo compagno di studi all'Università di Tokyo negli anni 1968 ÷ '70, a partecipare ai lavori del Gruppo *JPEG (Joint ISO-CCITT Picture Coding Experts Group)* all'interno del Gruppo di Lavoro 8 (WG 8) dell'allora TC 97/SC 2 dell'ISO. SC 2 era il SottoComitato tecnico del TC 97 "Data processing", il comitato tecnico che un paio di anni dopo sarebbe diventato il comitato tecnico congiunto ISO/IEC JTC 1 "Information Technology". SC 2 si era da sempre occupato della definizione di *character set*, cioè del modo di rappresentare i caratteri, ed aveva costituito il Gruppo di Lavoro 8 chiamato *Coding of audio and image information*, in quanto in quegli anni i vari sistemi teletext e videotex, che avevano già utilizzato gli standard ISO per i caratteri, cominciavano a sentire la necessità di introdurre informazione pittorica. Il Gruppo JPEG si stava occupando di definire uno standard per la codifica delle immagini fotografiche.

Alla riunione del marzo 1987 lo scrivente fu favorevolmente colpito dalla natura eterogenea del gruppo: a differenza dei vari gruppi CEPT o CCITT in cui aveva operato, JPEG vedeva tra l'altro la presenza di gestori di telecomunicazione (BT, DT, KDD, NTT),

di radiodiffusione (CCETT, IBA), di computer (IBM, Digital), manifatturiere (Mitsubishi), di circuiti integrati (Zoran). In pochi mesi, nel gennaio 1988 a Copenaghen, chi scrive quest'articolo aveva convinto Yasuda a costituire un gruppo parallelo a JPEG, denominato *MPEG (Moving Picture Experts Group)* con l'incarico di sviluppare standard per la rappresentazione codificata delle immagini in movimento. Il primo progetto riguardava la codifica ad un bit rate di circa 1,5 Mbit/s per applicazioni di archiviazione e recupero su sistemi di registrazione numerica.

Pochi mesi dopo la sua costituzione, il mandato del Gruppo MPEG fu esteso con l'aggiunta nel nome di "ed audio associato" alle "immagini in movimento". L'estensione era motivata dalla considerazione che, mentre per ragioni storiche l'audio ed il video erano sempre stati trattati nelle aziende e negli enti di standardizzazione da gruppi diversi, gli utenti richiedono invece di poter fruire di sistemi audiovisivi completi. In questa direzione va l'ulteriore aggiunta al mandato del gruppo "e della loro combinazione" che segnala il fatto che alla codifica dell'audio e del video si accompagna la necessità di definire un'infrastruttura che consenta il trasporto dei due segnali e le loro relazioni temporali. Più tardi la limitazione originaria della codifica "per sistemi di registrazione numerica", che in genere copre tecnicamente anche la trasmissione, fu semplicemente rimossa.

## 3. L'organizzazione del Gruppo MPEG

Alla sua prima riunione di Ottawa (10-12 maggio 1988) MPEG ebbe una partecipazione di quindici persone, molte delle quali curiosi provenienti dalla riunione parallela del Gruppo JPEG. Nei suoi dieci anni di storia il gruppo è cresciuto più di venti volte, pur restando un "Gruppo di lavoro". I partecipanti al gruppo provengono da più di venticinque *National Body* (Organismi nazionali di standardizzazione) e rappresentano oltre duecento aziende che coprono tutte le industrie con un interesse nell'audiovisivo.

Si tengono quattro o cinque riunioni all'anno della durata di una settimana. Il ritmo di lavoro durante le riunioni è intenso (spesso si passano intere notti a preparare documenti) e quest'attività febbrile continua anche dopo le riunioni. Il meccanismo adottato è quello degli "ad hoc group" che vengono stabiliti di volta in volta con un mandato preciso ed un presidente. Alcuni gruppi arrivano a scambiarsi parecchie centinaia di e-mail nel giro di due o tre mesi.

L'organizzazione del gruppo, definita negli anni, è di tipo a matrice come mostrato nella figura 1.

Vi sono cinque gruppi incaricati di produrre standard e quattro gruppi con funzione di consulenza. Il *Gruppo Video* produce standard per la rappresentazione codificata dell'informazione visiva di origine naturale. Lo stesso fa il *Gruppo Audio* per l'informazione audio di origine naturale. Il *Gruppo SNHC (Synthetic Natural Hybrid Coding)* svolge la stessa funzione per l'informazione audio e video di origine sintetica.

Il *Gruppo Systems* definisce gli standard necessari per creare un'infrastruttura in cui l'informazione audiovisiva codificata, di origine naturale o sintetica, possa essere ospitata e fruita da un'applicazione. Il *Gruppo Delivery* si occupa della produzione di standard che consentono l'adattamento dei flussi audiovisivi generati dagli altri standard a diversi sistemi di trasporto.

Gli standard prodotti dai cinque gruppi operativi suddetti possono entrare in funzione solo dopo che il *Gruppo Requirements* abbia definito le applicazioni dello standard e i requisiti che lo standard deve soddisfare. In realtà l'attività del gruppo procede poi per tutta la durata della definizione dello standard in quanto le soluzioni tecniche sviluppate vengono costantemente confrontate con i requisiti. Una funzione analoga svolge il *Gruppo Implementation studies* che verifica la complessità realizzativa, sia in ambiente hardware sia software, degli algoritmi in considerazione e interviene per esprimere preferenze realizzative nel caso sia necessario fare delle scelte. Infine il *Gruppo Test* interviene per organizzare ed eseguire prove di qualità al fine di misurare in modo quantitativo la bontà degli algoritmi standardizzati. Il *Gruppo Liaison* è stato stabilito per gestire l'intenso traffico di documenti in entrata e uscita con altri Gruppi di standardizzazione.

Fuori della struttura opera infine il *Gruppo degli Head of delegation* che tratta argomenti di tipo organizzativo.

| | Video | Audio | SNHC | Systems | Delivery |
|---|---|---|---|---|---|
| Requirements | X | X | X | X | X |
| Test | X | X | X | X | X |
| Implementation | X | X | X | X | X |
| Liaison | X | X | X | X | X |

**Figura 1** *L'organizzazione del Gruppo MPEG.*

## 4. Le buone regole della standardizzazione

Nel corso dello sviluppo dei suoi standard, MPEG ha sviluppato proprie regole la cui bontà non è dimostrabile a priori ma può essere giudicata solo dai risultati raggiunti.

MPEG ha attuato un radicale cambiamento di mentalità: da un atteggiamento passivo di "presidio di un'area tecnologica" ad uno imprenditoriale in cui gli standard sono visti come i beni che l'"Azienda" MPEG vende ai suoi clienti, cioè alle industrie, che guardano ad essa come al proprio fornitore di tecnologia standardizzata. Lo sviluppo degli standard MPEG è quindi governato dagli stessi strumenti di management che le aziende usano per lo sviluppo dei propri prodotti. Come per un' azienda i beni devono essere di alta qualità, secondo le specifiche concordate ma, prima di tutto, devono essere consegnati alla data stabilita. Da questo segue il primo "precetto": *mantenere la data di consegna*.

Un altro principio che MPEG segue per conservare il proprio ruolo di fornitore di tecnologia anziché di semplice ufficio di registrazione di tecnologie

sviluppate da altri, è quello della *standardizzazione a priori* e, quindi, la capacità di individuare la necessità di uno standard prima che le industrie ne sentano il bisogno nei loro prodotti o servizi. La decisione è critica in quanto uno standard sviluppato prima del tempo rischia di basarsi su tecnologie ancora immature o destinate ad essere sostituite da altre più potenti, mentre uno standard sviluppato in ritardo rischia di essere disponibile quando le industrie si sono già impegnate nei loro sviluppi e sono perciò poco disposte ad abbandonare i propri investimenti.

MPEG si è posizionato come fornitore di tecnologia standardizzata per una molteplicità di industrie. Per questo motivo gli standard MPEG non possono essere allo stesso livello di quelli messi a punto dagli altri Organismi di standardizzazione: ogni industria ha infatti in mente prodotti che usano sì le stesse componenti tecnologiche ma che sempre più spesso sono in competizione tra loro. Gli standard MPEG sono quindi non al livello di specifica di prodotto, ma al livello di specifiche tecnologiche di componenti (indicate come tool o strumenti in MPEG), che poi gli utilizzatori assemblano secondo le proprie necessità. Donde il terzo precetto: *non sistemi ma strumenti*.

Un quarto precetto, *specificare il minimo*, (necessario per l'interoperabilità) dovrebbe essere alla base della standardizzazione, ma la natura settoriale degli Organismi di normalizzazione fa sì che gli standard, invece di essere prescrittivi solo per quanto strettamente necessario, si approssimano a specifiche di prodotto. Questo è ad esempio il caso dell'ITU che, abituato ad un tempo in cui il servizio telefonico e di radiodiffusione era un "servizio pubblico" in cui doveva essere fornita dai gestori una qualità garantita, ancora oggi specifica sia il codificatore sia il decodificatore audio. Che poi questo venga usato in tandem con altri sistemi di codifica, ormai a decine nel mondo, e che la qualità non possa più essere garantita, poco importa.

Inoltre la presenza di diverse opzioni nelle norme è sempre stata una delle cause per cui standard pubblicati non sono mai stati adottati o hanno avuto difficoltà a partire. Basti pensare all'ISDN europea, che ha impiegato anni a raggiungere l'interoperabilità a causa delle diverse opzioni realizzate dai diversi operatori (ed all'interno degli operatori dalle diverse opzioni realizzate dai diversi fornitori) o, viceversa, ai quattro mesi di tempo che il neonato ATM Forum ha impiegato a produrre le sue prime specifiche, semplicemente eliminando inutili opzioni nelle raccomandazioni esistenti dell'ITU-T. Da queste considerazioni nasce il quinto precetto: *ad ogni funzionalità un solo strumento*.

*La possibilità di spostare uno strumento nel sistema*, sesto precetto, è richiesta dalla natura multi-industriale di MPEG. Spesso un'industria deriva la propria *raison d'être* dal fatto che un certo strumento si trovi in una data posizione del sistema. Questo può essere il caso della cifratura nei sistemi audiovisivi ad accesso condizionato. Se uno strumento è realizzato per funzionare solo in un dato punto del sistema, le industrie che operano in altri punti diventeranno automaticamente ostili all'intero standard.

Il settimo precetto, *verificare la bontà dello standard*, è una diretta conseguenza dell'ambiente competitivo in cui essere "standard" non è necessariamente una garanzia di successo. Chiamarsi MPEG può essere una garanzia di qualità ma la parola del venditore trova talvolta orecchie ingenue pronte a credere che un prodotto proprietario è due volte meglio di MPEG (perché poi due e non due e mezzo? e misurato come?). La qualità degli standard MPEG è verificata accuratamente con lunghe campagne di test soggettivi. Chiunque abbia delle rivendicazioni di migliore qualità può semplicemente rifare le stesse prove con la stessa professionalità e può poi a testa alta (o più probabilmente bassa) dichiarare i risultati.

## 5. Lo sviluppo di uno standard MPEG

Il processo parte dal momento in cui viene identificata la necessità di uno standard. Questa viene discussa all'interno del gruppo e viene definito il periodo di tempo necessario a sviluppare lo standard. A questo punto viene fatta richiesta all'ISO di approvare un nuovo progetto di standard. La richiesta passa attraverso due livelli di voto: uno all'interno del sottocomitato (SC 29) e l'altro all'interno del comitato (JTC 1).

Mentre le formalità di approvazione proseguono, all'interno del Gruppo Requirements si mettono a punto i requisiti precisi e, con l'eventuale aiuto di altri gruppi tecnici, si stabiliscono le tecnologie necessarie per definire lo standard. Al termine di questa fase viene emessa una *Call for Proposals* di tecnologie. Le proposte ricevute vengono valutate in base a specifici criteri, ad esempio per la qualità dell'audio e del video o per la complessità degli algoritmi proposti.

Dall'analisi degli algoritmi ritenuti validi, si giunge a definire un modello di riferimento comune: esso è costituito da una piattaforma che descrive sia il codificatore sia il decodificatore e che viene utilizzata per valutare i meriti relativi delle diverse tecnologie presentate. Le valutazioni vengono fatte con la tecnica dei core experiment, che almeno due partecipanti di due società differenti devono condurre. La tecnologia prescelta viene infine integrata nel modello di riferimento. Lo scambio di bit stream fra codificatore e decodificatore è una parte importante del processo di consolidamento del modello di riferimento.

Quando il modello di riferimento è diventato sufficientemente maturo la parte di decodifica viene utilizzata per redigere il *Working Draft*. Questo documento, alla data pianificata, viene mandato, con il titolo di *Committee Draft*, alla segreteria dell'SC 29 che provvede all'inchiesta pubblica. A questa segue una seconda inchiesta, al termine della quale viene prodotto il *Final Committee Draft* e, infine, con l'ultima inchiesta, viene redatto il *Final Draft International Standard*. Ad ogni inchiesta pubblica, con l'eccezione dell'ultima, il gruppo si mobilita per esaminare i commenti che i National Body hanno fatto alla bozza di standard. In alcuni casi i commenti raggiungono le centinaia di pagine e sono il frutto di un intenso lavoro di verifica condotto dai vari National Body.

È chiaro dal processo sopra descritto che MPEG si colloca in un punto di importanza fondamentale nell'attuale fase tecnologica e cioè come ponte fra la ricerca e la standardizzazione.

## 6. Brevi cenni su MPEG-1, 2, 4 e 7

Di seguito si forniscono brevi cenni degli standard finora prodotti da MPEG, mentre per una descrizione più approfondita su questi standard si rimanda ad altri due articoli pubblicati in questo stesso numero della rivista [2], [3].

### *6.1 MPEG-1*

MPEG-1 "Codifica delle immagini in movimento e dell'audio associato per sistemi di registrazione numerica a velocità fino a circa 1,5 Mbit/s" è stato il primo standard prodotto da MPEG. È uno standard suddiviso in cinque parti: la prima definisce come mettere insieme più flussi audio e video codificati secondo quanto specificato dalla seconda parte (Video) e dalla terza (Audio). La quarta parte specifica procedimenti per verificare che un decoder o un flusso di bit *(bit stream)* all'uscita di un codificatore siano secondo lo standard. La quinta parte contiene invece una realizzazione completa in software (linguaggio C) di un codificatore e di un decodificatore di valore informativo.

MPEG-1 ha raccolto un certo numero di primati:

- è stato il primo standard audiovisivo integrato. Cosa non da poco se si pensa che in quel periodo in tutti gli Organismi di standardizzazione i gruppi che studiavano l'audio e il video erano dispersi e incapaci di coordinarsi. Valga per tutti l'esempio del videotelefono ISDN che definisce il multiplex e la codifica video mentre lascia indefinita la codifica dell'audio;
- è stato il primo standard a definire il ricevitore e non il trasmettitore. A pensarci bene un simile approccio dovrebbe essere ovvio in quanto l'interoperabilità si giudica dalla capacità del ricevitore di "capire" il messaggio, non dal prescrivere come il messaggio debba essere formato dal trasmettitore. La scelta MPEG ha in più un vantaggio pratico in quanto permette che si sviluppi una concorrenza tra produttori per fornire codificatori con caratteristiche sempre migliori;
- è stato il primo standard in grado di codificare in modo "nativo" il segnale video indipendentemente dal formato video utilizzato (NTSC/PAL/SECAM). Infatti, la versione numerica di questi formati dà luogo ad uno stesso flusso di campioni che possono essere decodificati con lo stesso dispositivo;
- è stato il primo standard sviluppato congiuntamente da tutte le industrie interessate all'audiovisivo;
- è stato il primo standard sviluppato con strumenti interamente software e che contiene anche una realizzazione software come parte dello standard;
- è stato il primo standard di cui si è verificata la qualità.

Da quando lo standard è stato approvato in via definitiva nel novembre del 1992, MPEG-1 ha ottenuto una serie di successi:

a) il Video CD che consente di vedere film di qualità VHS letti da un compact disc è stato venduto in più di 20 milioni di unità;
b) MPEG-1 è "il" formato per l'audio e per il video utilizzato sul Personal Computer. Basti ricordare che su tutte le versioni di Windows dal '95 in poi vi è un decoder MPEG-1 come parte del software;
c) MPEG-1 Audio è largamente usato per la musica su Web, soprattutto nella sua versione MP3 (formalmente MPEG-1 Audio Layer III) e dal sistema *DAB (Digital Audio Broadcasting)* adottato in Europa ed in Canada;
d) sono state messe in commercio telecamere MPEG-1 portatili del peso di poche centinaia di grammi.

### *6.2 MPEG-2*

MPEG-2 è lo standard che ha realizzato il vecchio sogno - o forse l'incubo - di numerizzare la televisione analogica, con la possibilità di far arrivare in casa dell'utente programmi televisivi nitidissimi ed in numero molto maggiore rispetto a quanto era possibile con la televisione analogica. Ma l'ambito di applicabilità dello standard è molto più ampio come è testimoniato dal titolo: "Codifica generica delle immagini in movimento e dell'audio associato".

La struttura dello standard è simile ad MPEG-1, ma con l'aggiunta di nuove parti.

La prima parte definisce due tipi di multiplex: il primo, detto *Program Stream* è simile a quello di MPEG-1, l'altro, chiamato *Transport Stream* definisce uno strato di trasporto che si interfaccia con sistemi analogici numerizzati (cavo, satellite, rete terrestre). Fornisce anche un'infrastruttura su cui possono innestarsi sistemi proprietari di controllo d'accesso. La seconda parte estende MPEG-1 fornendo gli strumenti per codificare video interallacciato. La terza parte estende MPEG-1 dal caso stereo al caso multicanale preservando la compatibilità all'indietro (un decoder MPEG-1 Audio è in grado di estrarre la parte stereo da un flusso MPEG-2 Audio). La quarta e la quinta parte corrispondono a quelle di MPEG-1. La sesta parte invece, chiamata *DSM-CC (Digital Storage Media-Command and Control)*, fornisce protocolli per controllare flussi audiovisivi, per stabilire sessioni audiovisive su reti eterogenee e per caroselli in canali diffusivi. La settima parte, denominata *AAC (Advanced Audio Coding)*, fornisce un modo alternativo, non compatibile con MPEG-1, per codificare audio stereo e multicanale. Con AAC basta metà della velocità di cifra di MPEG-1 Audio Layer II per ottenere la stessa qualità[1]. La nona parte, dal titolo "Interfaccia in tempo reale per decodificatori di sistema", *RTI (Real Time Interface)*, definisce le tolleranze al jitter cui deve soddisfare un decodificatore di sistema.

MPEG-2 è un successo riconosciuto. Nei cinque anni di esistenza (MPEG-2 è stato approvato nel novembre 1994), il panorama dell'audiovisivo è stato completamente rivoluzionato:

- sono stati venduti circa 30 milioni di decodificatori *(set top box)* per satellite e cavo;
- sono stati venduti vari milioni di player DVD;
- negli Stati Uniti ed in Gran Bretagna sono stati

(1) *L'ottava parte, in un primo tempo prevista per la codifica video con campioni in ingresso quantizzati a 10 bit, è stata poi abbandonata.*

introdotti servizi di radiodiffusione terrestre di HDTV (Stati Uniti) e televisivi (Gran Bretagna) che utilizzano MPEG-2;
- il profilo 4:2:2 è utilizzato negli studi televisivi per operazioni di editing ad alta qualità.

*6.3 MPEG-4*

MPEG-4, "Codifica di oggetti audiovisivi", è lo standard che porta all'audiovisivo il modello Web della "navigabilità" nell'informazione. Un'immagine televisiva non è più un blocco unico, fruibile solo nella sua interezza, ma è costituita da diversi "oggetti" audio e video. Con l'aggiunta che l'audio ed il video non sono più costretti ad essere di origine naturale ma possono anche essere di natura sintetica. Inoltre MPEG-4 definisce uno standard per la codifica degli oggetti e della loro composizione, astraendoli dal contesto di un particolare sistema di trasporto che può essere IP o MPEG-2 Transport Stream o altro sistema di trasporto.

La struttura dello standard ricopre quella di MPEG-2 sino alla sesta parte, ma il contenuto specifico delle varie parti è abbastanza diverso.

La prima parte ricalca le funzioni tipiche della prima parte di MPEG-1 e di MPEG-2, ma aggiunge a queste la funzionalità di "composizione" della scena. Infatti, se MPEG-4 Video ed Audio definiscono la codifica degli oggetti, è necessaria la funzione che compone gli oggetti su una scena. La prima parte, inoltre, fornisce un'infrastruttura per la realizzazione di sistemi di gestione e protezione dell'informazione.

La seconda parte definisce gli algoritmi di codifica di oggetti video naturali e di alcuni tipi di oggetti video sintetici, ad esempio una faccia umana.

La terza parte definisce gli algoritmi di codifica di oggetti audio naturali e di alcuni tipi di oggetti audio sintetici, ad esempio le intonazioni da utilizzare nella sintesi vocale partendo da una stringa di caratteri da passare ad un sistema Text to Speech, o l'informazione relativa agli strumenti da impiegare per note musicali rappresentate mediante la codifica MIDI.

Le parti quarta e quinta corrispondono a quelle di MPEG-1 e MPEG-2, con una differenza: visto l'enorme progresso che le CPU programmabili hanno avuto negli ultimi anni, si è deciso che il software della quinta parte abbia lo status di "software di riferimento" con lo stesso valore normativo delle parti testuali dello standard. La sesta parte "Framework d'integrazione multimediale del trasporto *DMIF (Delivery Multimedia Integration Framework)*", fornisce un livello di astrazione dell'applicazione dal sistema di trasporto sottostante.

MPEG-4, approvato nell'ottobre 1998, è al momento una promessa di successo. Con MPEG-4 diventa possibile un vasto repertorio di applicazioni che hanno il Web come obiettivo principale, senza peraltro esserne legate in modo esclusivo.

Queste sono alcune delle applicazioni possibili:
- *servizi di audio su richiesta:* MPEG-4 fornisce la tecnologia di codifica dell'audio più efficiente, ma ha anche un'infrastruttura su cui si possono innestare sistemi di protezione per evitare i rischi per i detentori del copyright che presenta oggi l'uso indiscriminato di MP3;
- *sostituzione dell'attuale segnale radiofonico in modulazione di ampiezza (AM)*, con una versione numerica molto più efficiente, basata su MPEG-4 Audio, eventualmente arricchita di altre funzionalità MPEG-4;
- *servizi di video streaming*, con in più la possibilità di codificare i singoli oggetti (una persona, un'automobile, …) in modo indipendente;
- *servizi audio e video in ambiente mobile*, specialmente in ambiente *UMTS (Universal Mobile Telecommunications System);*
- *diffusione di servizi multimediali* (quali, Electronic Program Guide) in ambiente diffusivo, ad esempio all'interno di un programma MPEG-2 o sull'infrastruttura DAB. Il tutto può eventualmente essere integrato da un CD-ROM o da un DVD-ROM che contiene gli oggetti più ingombranti in termini di quantità di informazione;
- *siti virtuali sul Web:* la capacità di codificare in modo estremamente efficiente facce umane e altri oggetti sintetici rende possibile la creazione di ambienti di chat o di gioco che vanno molto di moda sul Web.

Dopo aver approvata la versione 1 di MPEG-4 a dicembre di quest'anno è in corso di approvazione la versione 2 che aggiunge nuovi strumenti di codifica quali: corpi umani sintetici, oggetti sintetici di forma qualsiasi. È stato inoltre definito un formato di file utile per lo scambio di applicazioni (MP4 File Format) e la possibilità di animare le scene con applet Java (MPEG-J).

*6.4 MPEG-7*

L'informazione che si sa esistere ma non si è in grado di trovare è priva di valore. Per questo la costituzione di depositi per l'informazione di potenziale interesse è stato uno degli obiettivi dell' autorità pubblica sin dai tempi antichi. In epoca più recente le società telefoniche, partendo dalla lista dei loro abbonati in ordine alfabetico (pagine bianche) finirono per produrre liste di alcuni dei loro abbonati ordinati per attività economica (pagine gialle). Sul Web è stata la vera e propria quantità d'informazione che ha suggerito la creazione di motori di ricerca. Purtroppo le primitive capacità descrittive dell'*HTML (HyperText Markup Language)* non si prestano bene alla creazione di indici.

La maggior parte dei servizi di ricerca sul Web manda quindi robot a cercare parole. Queste sono poi archiviate insieme alle *URL (Uniform Resource Location)* in cui queste appaiono. Se si chiede ad AltaVista di cercare la parola "computer" si ottiene la seguente risposta: *AltaVista found about 25.417.987 Web pages for you*. Decisamente non molto utile. Quindi i servizi di ricerca sul Web cercano di superare questa limitazione dando la possibilità di affinare la ricerca. Sempre su AltaVista, la ricerca su "computer" si può perfezionare ad esempio con computer games, computer science, computer virus, computer graphics.

Qualcosa di simile avviene per la televisione numerica. La specifica della *SI (Service Information)* del DVB fornisce informazioni su una caratterizzazione di eventi che riguarda, tra l'altro, il fornitore di servizio o di contenuti, la descrizione del contenuto, il

tipo di servizio, la localizzazione spazio-temporale dell'evento. Il contenuto è poi classificato secondo sedici categorie ed ogni categoria può essere ulteriormente espansa in altre sedici sottocategorie. MPEG-4 utilizza invece i descrittori di *OCI (Object Content Information)* per dare informazione descrittiva di oggetti audiovisivi, simili a quelli di DVB SI.

Tutto questo è relativamente semplice perché le descrizioni sono testuali, ma il mondo dell'audiovisivo è più complesso. Come posso formulare una richiesta che descriva in maniera efficiente che voglio l'immagine di "un robot con sembianze umane che cavalca una motocicletta", o "venti minuti di video secondo le mie preferenze di oggi" o che desidero avere "la registrazione di una canzone fischiettandone il motivo?"

Questo è l'obiettivo che MPEG si è posto con il suo ultimo progetto MPEG-7, "Interfaccia per la descrizione di contenuti multimediali". Il progetto di standard ha l'obiettivo di definire un modo nuovo di rappresentare l'informazione audio e video tale da poter permettere la facile individuazione, ad esempio in un data base, di quegli oggetti audio e video che soddisfano alcuni requisiti. In altre parole si tratta di fornire la tecnologia che permetterà di fare ricerche su audio e video nello stesso modo (o forse meglio) di quello che si può fare oggi sul Web con i motori di ricerca. Questo standard riguarda ancora una forma di rappresentazione dell'informazione, ma di tipo molto diverso da quello degli standard MPEG che l'hanno preceduto.

MPEG-1 ed MPEG-2 possono essere classificati come standard basati su campioni di audio e di video perché essi vogliono fornire una rappresentazione dell'informazione che usa i bit in modo efficiente. È vero che dalla rappresentazione codificata dell'audio e del video uno può avere indicazioni sulla natura del contenuto (i vettori spostamento possono essere utilizzati per avere informazione sugli oggetti visivi che si muovono nella scena ed il contenuto in frequenza presente nelle sottobande audio può dare un'informazione sul tipo di audio) ma questi sono sottoprodotti, non lo scopo degli standard. In modo simile MPEG-4 può essere classificato come uno standard a oggetti, perché la componente sistema descrive una scena in cui i singoli oggetti hanno la loro posizione nello spazio e nel tempo.

In merito agli oggetti stessi però MPEG-4 non dice molto di più di MPEG-1 ed MPEG-2, in quanto gli algoritmi sono basati su campioni di audio e di video. MPEG-7 può quindi essere descritto come una rappresentazione basata sul contenuto semantico.

L'attività relativa ad MPEG-7 è in pieno sviluppo.È stata pubblicata la Call for Proposals e le proposte sono state analizzate in una riunione speciale tenuta a febbraio 1999. Il working draft è in corso di pubblicazione (è previsto per dicembre 1999) e lo standard sarà approvato definitivamente nel settembre del 2001.

## 7. Conclusioni

MPEG è la storia di un successo. Ha usato il know-how sviluppato dalle diverse componenti dell'industria multimediale e lo ha integrato in potenti standard che hanno risposto ai bisogni del tempo. MPEG ha potuto far questo perché è stato in grado di convertire requisiti di business in specifiche tecniche per il lavoro di standardizzazione, pur mettendo una ferma linea di demarcazione tra i due campi di attività. È stato indirizzato verso lo sviluppo dei contenuti degli standard sfruttando l'entusiasmo di centinaia di ricercatori di ogni parte del mondo, senza il vincolo di pressanti considerazioni di business. MPEG ha così "inventato" un nuovo modo per incanalare i risultati della ricerca immediatamente nelle realizzazioni industriali tramite il processo di normalizzazione.

Oggi il panorama è sostanzialmente diverso. Quelle che ieri erano tecnologie di laboratorio sono oggi diventate prodotti e servizi messi in campo in milioni di esemplari. Come risposta a questi risultati, MPEG ha spostato il proprio ruolo su nuove aree dove può continuare ad applicare la sua unica ricetta per convertire nuovi risultati di ricerca in standard a beneficio delle industrie che compongono il gruppo.

*La biografia di Leonardo Chiariglione è riportata a pagina 85.*

### Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| AAC | Advanced Audio Coding |
| ADSL | Asymmetric Digital Subscriber Line |
| DAB | Digital Audio Broadcasting |
| DCT | Discrete Cosine Transformation |
| DMIF | Delivery Multimedia Integration Framework |
| DSM-CC | Digital Storage Media-Command and Control |
| HDTV | High Definition TV |
| HTML | HyperText Markup Language |
| JPEG | Joint ISO-CCITT Picture Coding Experts Group |
| RACE | Research in Advanced Communication technologies for Europe |
| MPEG | Moving Picture Experts Group |
| OCI | Object Content Information |
| IVICO | Integrated VIdeo COdec |
| SI | Service Information |
| SNHC | Synthetic Natural Hybrid Coding |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunications System |
| URL | Uniform Resource Location |

### Bibliografia

[1] Chiariglione, L.; Corgnier, L.; Guglielmo, M.: *An architecture for the universal video codec.* ICASSP '86.

[2] Chiariglione, L.: *Gli standard MPEG-1 ed MPEG-2.* Su questo stesso numero del "Notiziario Tecnico Telecom Italia".

[3] Chiariglione, L.: *Lo standard MPEG-4.* Su questo stesso numero del "Notiziario Tecnico Telecom Italia".

MPEG

# Gli standard MPEG-1 e MPEG-2

**LEONARDO CHIARIGLIONE**

*Vengono presentati gli standard audiovisivi MPEG-1 e MPEG-2, rispettivamente ISO/IEC 11172 e ISO/IEC 13818. I due standard condividono l'architettura: un sistema di codifica audio ed un sistema di codifica video tenuti insieme da un sistema di multiplex a pacchetti. MPEG-1 è stato progettato principalmente per applicazioni di archiviazione su compact disc, ma viene correntemente usato sul Web sia come audiovisivo che come solo sistema di codifica audio con il nome di MP3.*

*MPEG-2 è stato progettato come sistema di diffusione televisiva, ma viene in genere impiegato anche come sistema di archiviazione di audiovisivo su DVD. Inoltre MPEG-2 fornisce anche DSM-CC, un protocollo per l'interazione con la rete di trasporto ed una specifica per la tolleranza della trasmissione di flussi MPEG-2 su una rete.*

## 1. Introduzione

A causa delle basse velocità di trasmissione coinvolte e del più ridotto numero di operazioni necessarie, i segnali audio sono stati i primi ad essere usati in forma numerica compressa. La natura monodimensionale dell'audio, la possibilità di creare modelli di differente complessità del segnale da codificare e il requisito di avere un basso ritardo di codifica, trattandosi di voce per applicazioni telefoniche, resero del tutto naturale la scelta del PCM differenziale, il *DPCM (Differential Pulse Code Modulation).*

DPCM è una estensione diretta di un semplice metodo per avere una riduzione della velocità di trasmissione priva di perdite, vale a dire la trasmissione delle differenze tra i campioni. Le principali deviazioni da questo semplice schema consistono nel fatto che la differenza viene rappresentata con un quantizzatore, e quindi con perdita, in qualche modo non lineare (tenendo conto del fatto che i sensori umani sono in generale più sensibili agli errori quando il segnale è piccolo e meno sensibili quando questo è grande) e con l'utilizzo di un valore "predetto" invece del valore reale nel sottraendo. Quest'ultimo aspetto ha un effetto benefico di compensazione delle distorsioni introdotte dal quantizzatore.

Attorno a questo principio base, nel corso degli anni, furono effettuati un certo numero di adattamenti, in particolare nell'area della codifica della voce: adattabilità del predittore e del quantizzatore, suddivisione in sottobande, applicazione di differenti DPCM. Mentre un certo numero di standard ITU-T basati su DPCM venivano definiti, un'iniziativa analoga per il video è avvenuta solo a livello accademico, con nessun serio tentativo di standardizzazione. La ragione principale per questo interesse limitato consiste nel basso rapporto di compressione ottenibile con questa tecnica, tipicamente nel rapporto uno a quattro.

Per essere giustificato il video numerico richiede algoritmi di compressione molto più potenti. Uno di questi, introdotto circa trenta anni fa, è la codifica con trasformate lineari: con queste si modifica un serie di campioni correlati, ciascuno all'incirca con la stessa varianza, in una serie di campioni non correlati aventi un'ampia gamma dinamica di valori. I valori con varianza maggiore sono rappresentati con più bit e quindi con una quantizzazione più fine, mentre quelli con varianza minore sono rappresentati con un numero inferiore di bit e una quantizzazione più grossolana. Il processo seguito per ottenere una base di trasformazione ottimale - noto come ricerca degli autovettori di una data matrice di correlazione *(Karhunen-Loève)* - e molte basi di trasformazione, come Hadamard, Fourier, Slant, DCT, che in qualche modo approssimano quella ottimale, furono lungamente studiati prima di scegliere la *DCT (Discrete Cosine Transform)* come compromesso tra complessità della trasformata e caratteristiche di decorrelazione.

Con la DCT è possibile ottenere rapporti di compressione superiori a otto, con l'ulteriore vantaggio di poter variare a gradini molto fini il

rapporto di compressione, caratteristica questa di importanza primaria quando questi algoritmi - originariamente concepiti per segnali mono o bidimensionali - sono estesi ai segnali tridimensionali, vale a dire alle sequenze di immagini.

Diverse estensioni di alcune delle tecniche sopracitate sono state sottoposte ad esame allo scopo di eliminare la ridondanza tra i quadri; tra queste possono essere ricordate:

- la tecnica DPCM che utilizza la dimensione temporale per aumentare l'efficacia della predizione;
- la trasformazione lineare applicata anche alla dimensione temporale;
- il rilevamento del movimento (sono codificate solo le parti dell'immagine che sono "cambiate" rispetto a quella precedente);
- la stima del movimento (in genere, da un'immagine alla successiva solo una parte dell'informazione è nuova; il resto può essere predetto utilizzando le informazioni sul movimento ed è trasmesso solo l'errore di predizione);
- l'interpolazione (se due immagini sono note, le immagini comprese tra queste possono essere interpolate utilizzando le informazioni sul movimento).

Nei tardi anni Ottanta il progresso combinato degli algoritmi di compressione e della microelettronica per trasferire queste funzioni matematiche su silicio ha portato alla costituzione di *MPEG (Moving Picture Experts Group)*. I primi due lavori eseguiti al riguardo, più tardi noti con le sigle MPEG-1 e MPEG-2, avevano lo scopo di estrarre i risultati migliori nel settore della compressione audio e video e di convertirli in potenti standard di codifica audio e video.

## 2. Standard video nel campo numerico

Nel campo numerico i formati televisivi non dovrebbero giocare alcun ruolo: gli unici parametri di interesse sono infatti il numero massimo di operazioni al secondo che un processore deve effettuare e la dimensione della memoria video. Lo standard MPEG-1 è in grado di manipolare immagini di 4096x4096 pixel[1], ma non è pratico disporre di uno standard che lasci questo grado di variabilità. MPEG-1 ha quindi definito un insieme di "parametri minimi" *(Constrained Parameter Set)* all'incirca equivalenti al *CIF (Common Intermediate Format)* della raccomandazione ITU-T H.261.

La tabella 1 mette in evidenza alcuni vincoli legati all'impiego di MPEG-1: anzitutto le dimensioni della RAM usata per la memoria di quadro (deve essere un multiplo di 288 righe x 352 campioni); in secondo luogo il numero di accessi alla memoria (un multiplo di 288 righe x 352 campioni x 30 quadri per secondo); un terzo vincolo riguarda la velocità di trasmissione all'ingresso del decodificatore; infine un ulteriore parametro da tenere presente è il numero di immagini da interpolare. È invece del tutto irrilevante sapere se le immagini provengono da una sorgente NTSC o PAL.

| Parametro | Valore | Commenti |
|---|---|---|
| Dimensione orizzontale | ≤ 768 pixel per riga | |
| Dimensione verticale | ≤ 576 righe | |
| N. di macroblocchi per immagine | ≤ 396 | Pari a 288/16x352/16 |
| N. di macroblocchi per secondo | ≤ 9900 | Pari a 396x25 |
| Frequenza delle immagini | ≤ 30 Hz | |
| Immagini interpolate | ≤ 2 | |
| Velocità di cifra | ≤ 1856 kbit/s | |

**Tabella 1** *I parametri minimi impiegati in MPEG-1 Video.*

La scelta effettiva dei parametri riveste particolare importanza, ma solo a livello dell'applicazione. Questa è la ragione per cui una sequenza video MPEG-1 definisce il valore di diversi parametri dipendenti dall'applicazione detti *ADP (Application Dependent Parameters)*. Questi valori si riferiscono al formato e alla dimensione effettiva dell'immagine e alla frequenza di quadro utilizzata dal video. Essi sono riportati nella tabella 2.

Diversamente da MPEG-1 - progettato inizialmente per memorizzare film interattivi su compact disc - MPEG-2 è stato studiato per soddisfare un grande numero di requisiti legati a molte differenti applicazioni. Se però si fossero accettati tutti i requisiti e si fosse sviluppato un'unica sintassi di codifica, si sarebbe avuto uno standard molto complesso. D'altra parte per la presenza dei campi di applicazione più disparati, non tutti gli sviluppi richiedono tutti gli strumenti di codifica dato che, in genere, l'inclusione di uno strumento comporta per il dispositivo costi supplementari (ad esempio una memoria più estesa o un'elaborazione più veloce) che il fornitore dell'applicazione non è probabilmente disposto a sopportare se non lo utilizza. Inoltre, questa mancanza di uniformità ha un sensibile impatto sulla possibilità di interoperabilità. Il compromesso sta quindi nella definizione di profili che includono solo certi strumenti di codifica e non altri.

L'approccio a profili consente a MPEG di mantenere la promessa di rispondere a tutti i diversi requisiti applicativi nel senso che un dato requisito è gestito da almeno un profilo. La decisione su quale insieme di requisiti è permesso da uno o da più profili

(1) *Il pixel (Picture Element) è un campione d'immagine; esso è la più piccola unità dell'area di uno schermo video che può essere attiva, spenta o che può variare d'intensità. Per un'immagine televisiva i campioni attivi sono 720 per riga e le righe sono rispettivamente 576 nel sistema usato in Europa e 483 nel sistema impiegato in Nordamerica.*

| Parametri | Valori ammessi |
|---|---|
| Rapporto delle dimensioni dei pixel | Quadrato<br>16:9 (625)<br>16:9 (525)<br>4:3 (625)<br>4:3 (525)<br>otto altri diversi valori<br>un valore riservato* |
| Frequenza di quadro (Hz) | 23,976<br>24<br>25<br>29,97<br>30<br>50<br>59,94<br>60<br>sette valori riservati |
| Campioni per riga | fino a 4096 |
| Righe per quadro | fino a 4096 |

* Questo valore non può essere utilizzato. In futuro l'ISO potrà specificarne l'impiego.

**Tabella 2** *Parametri dipendenti dall'applicazione MPEG-1 Video.*

particolari è stata naturalmente critica, tenendo presente che consentire a ogni serie di requisiti di diventare un profilo significa lasciare che il numero di questi ultimi cresca oltre un livello accettabile e desiderabile da un punto di vista pratico con una conseguente compromissione del livello di interoperabilità.

## 3. Descrizione degli standard MPEG-1 e MPEG-2

### *3.1 Video*

#### 3.1.1 MPEG-1 Video

MPEG-1 Video è stato sviluppato per operare principalmente da memorie di massa che offrano una velocità di trasmissione continua di circa 1,5 Mbit/s. Esso tuttavia può essere utilizzato anche in altri ambiti, in quanto l'approccio è di tipo generale.

La rappresentazione codificata possiede un rapporto di compressione elevato pur conservando una buona qualità dell'immagine. L'algoritmo non assicura una rappresentazione perfetta dal momento che i valori esatti dei pixel non sono conservati durante la codifica. La scelta della tecnica si basa sulla necessità di bilanciare un'elevata qualità dell'immagine ed un alto rapporto di compressione con il requisito di consentire l'accesso casuale alla sequenza codificata. Per ottenere una buona qualità di immagine alle velocità di trasmissione in questione è necessario un rapporto di compressione molto elevato, non raggiungibile con la sola codifica all'interno di un quadro televisivo *(intraframe)*. La necessità di avere l'accesso casuale è soddisfatta nel modo migliore dalla codifica intraframe pura. È quindi necessario un accurato bilanciamento tra codifica intra e interframe.

Per ottenere un elevato rapporto di compressione è possibile utilizzare un certo numero di tecniche: la prima, quasi completamente indipendente dallo standard, consiste nel selezionare un'appropriata risoluzione dell'immagine che si traduce nel numero di pixel di un quadro. L'algoritmo utilizza quindi la compensazione del movimento basata sui blocchi per ridurre la ridondanza tra quadri. La compensazione del movimento viene utilizzata per la predizione causale dell'immagine attuale a partire da quella precedente o per la predizione non causale dell'immagine attuale a partire da una futura ovvero - per quella interpolativa - sulla base di immagini passate e future. I vettori del movimento sono definiti per ciascuna matrice di 16 pixel per 16 righe dell'immagine. Il segnale differenza - l'errore di predizione - viene ulteriormente compresso utilizzando la trasformata DCT per rimuovere la correlazione spaziale prima di essere quantizzato in un processo irreversibile che scarta le informazioni meno importanti. I vettori del movimento sono infine combinati con l'informazione DCT e sono codificati utilizzando codici di lunghezza variabile.

Il conflitto tra i requisiti relativi all'accesso casuale e quelli legati al requisito di avere una compressione molto efficace comporta la definizione di tre tipi principali di immagine:

- *le immagini codificate intraframe* (immagini di tipo I) sono codificate senza alcun riferimento ad altre immagini. Esse forniscono punti di accesso alla sequenza codificata in corrispondenza dei quali la decodifica può iniziare ed in questo caso le immagini sono codificate con un rapporto di compressione modesto;
- *le immagini codificate in modo predittivo* (immagini di tipo P) sono codificate in modo più efficace utilizzando la predizione compensata del movimento ricavata da immagini precedenti codificate intraframe o predittivamente e sono generalmente

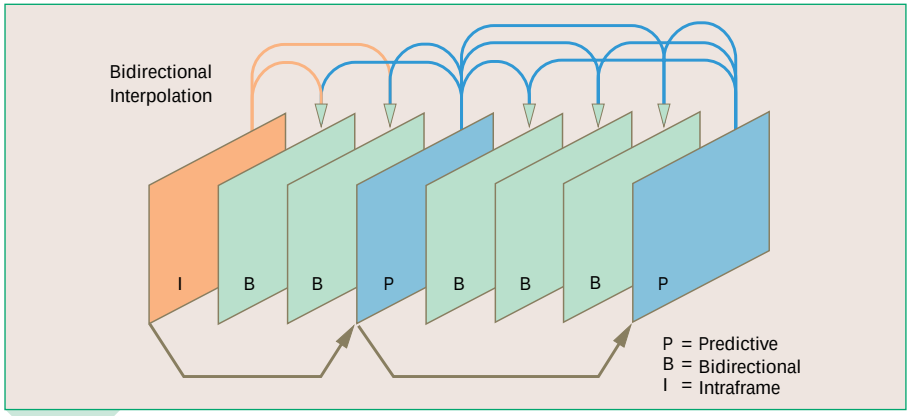



**Figura 1** *I tre tipi di immagini MPEG-1 Video.*

utilizzate come riferimento per ulteriori predizioni;
- *le immagini codificate in modo predittivo bidirezionale* (immagini di tipo B) offrono il maggiore livello di compressione, ma richiedono per la predizione immagini di riferimento sia passate che future. Le immagini di tipo B non sono mai utilizzate come riferimento per ulteriori predizioni.

L'organizzazione dei tre tipi di immagini in una sequenza è molto flessibile. La scelta è lasciata al codificatore e dipende dai requisiti dell'applicazione. La figura 1 mostra la relazione tra i tre tipi differenti di immagine.

La scelta di macroblocchi di dimensioni 16 per 16 pixel per l'unità di compensazione del movimento è un risultato del compromesso tra l'incremento dell'efficienza di codifica offerto dall'utilizzo delle informazioni sul movimento e la necessità di memorizzarle. Ogni macroblocco può essere costituito da più di uno dei tipi differenti a disposizione. Nelle immagini codificate in modo predittivo bidirezionale è consentita, ad esempio, la presenza di macroblocchi intracodificati, codificati in modo predittivo in avanti, codificati in modo predittivo all'indietro e codificati in modo predittivo bidirezionale.

In funzione del tipo di macroblocco, in ciascuno di questi blocchi le informazioni relative al vettore di movimento e le altre informazioni collaterali sono memorizzate insieme al segnale dell'errore di predizione compresso. I vettori del movimento sono codificati in modo differenziale rispetto all'ultimo vettore di movimento codificato, utilizzando codici di lunghezza variabile. La lunghezza massima dei vettori che possono essere rappresentati può essere programmata immagine per immagine, in modo che le applicazioni più complesse possano essere attuate senza compromettere le prestazioni del sistema in situazioni più normali.

Sia le immagini originali sia i segnali dell'errore di predizione hanno un'elevata ridondanza spaziale. MPEG-1 Video utilizza un metodo DCT basato sui blocchi con quantizzazione pesata visualmente e con codifica a lunghezza variabile *(run-length)*. Ogni blocco di 8 x 8 pixel dell'immagine originale per i macroblocchi codificati intraframe o dell'errore di predizione per i macroblocchi codificati in funzione della predizione viene trasformato nel dominio DCT dove viene normalizzato prima di essere quantizzato. Dopo la quantizzazione molti coefficienti hanno valore nullo e per codificare efficacemente i coefficienti rimanenti viene utilizzata la codifica run-length e la codifica a lunghezza variabile bidimensionale.

L'unità base di codifica in un'immagine è il macroblocco. All'interno di ciascuna immagine, i macroblocchi sono codificati in sequenza, da sinistra a destra e dall'alto in basso. Ogni macroblocco è costituito da blocchi 8 x 8 pixel: quattro blocchi di luminanza, un blocco di crominanza $C_b$ e un blocco di crominanza $C_r$ (figura 2)[2].

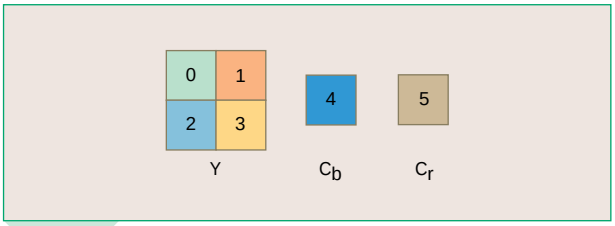



**Figura 2** *Blocchi di luminanza e di crominanza.*

L'area dell'immagine coperta dai quattro blocchi di luminanza è la stessa di quella coperta da ciascuno dei blocchi di crominanza: il sottocampionamento dell'informazione di crominanza è effettuato per adattarsi alla sensibilità della vista umana che è inferiore per la crominanza rispetto alla luminanza, come è stato chiarito nella nota 2 di questa pagina.

Per un dato macroblocco, è anzitutto scelto il modo di codifica: esso dipende dal tipo di immagine, dall'efficienza della predizione compensata del movimento in quella zona del quadro e dalla natura del segnale all'interno del blocco. In funzione del modo di codifica, si effettua poi una predizione compensata del movimento dei blocchi sulla base delle immagini di riferimento passate e/o di quelle future. Questa predizione viene sottratta dai dati reali contenuti nel macroblocco per formare un segnale di errore. Il segnale di errore viene successivamente separato in blocchi 8 x 8 pixel (quattro blocchi di luminanza e due di crominanza in ciascun macroblocco) e su ciascun blocco viene effettuata una DCT. Ogni blocco di 8 x 8 coefficienti DCT risultante viene quantizzato e il blocco bidimensionale è sottoposto a scansione a zig-zag per convertirlo in una stringa monodimensionale di coefficienti DCT quantizzati. Infine, le informazioni collaterali del macroblocco (modo, vettori del movimento ed altre informazioni) ed i dati relativi ai coefficienti quantizzati vengono codificati. Per avere la massima efficienza, per i diversi elementi è definito un certo numero di tabelle di codici di lunghezza variabile. La codifica a lunghezza variabile viene utilizzata per i dati relativi ai coefficienti quantizzati.

La figura 3 illustra il processo di decodifica.

### 3.1.2 MPEG-2 Video

Nello standard MPEG-2 Video l'algoritmo base è un ibrido DCT/Compensazione Movimento/ Interpolazione con una struttura simile a quella di MPEG-1. Le due aree principali interessate da MPEG-2 sono un trattamento efficiente delle sorgenti video interallacciate ed

*(2) La televisione a colori si basa sul fatto che la percezione umana di un qualsiasi colore rappresentato da una frequenza nel visibile è riproducibile come somma pesata di tre colori fondamentali rosso (R), verde (G) e blu (B). Il segnale relativo all'intensità, detto luminanza (Y), è ottenuto come somma pesata di R, G, B. Per comodità si sono introdotti due altri segnali, detti segnali differenza $C_b$ e $C_r$ che portano l'informazione di colore. La percezione dell'informazione di colore è però inferiore a quella della luminanza; i segnali vengono perciò ridotti in banda e campionati orizzontalmente a metà della frequenza impiegata per la luminanza. Nella codifica si usano alternativamente per ogni riga i campioni dei segnali di crominanza.*

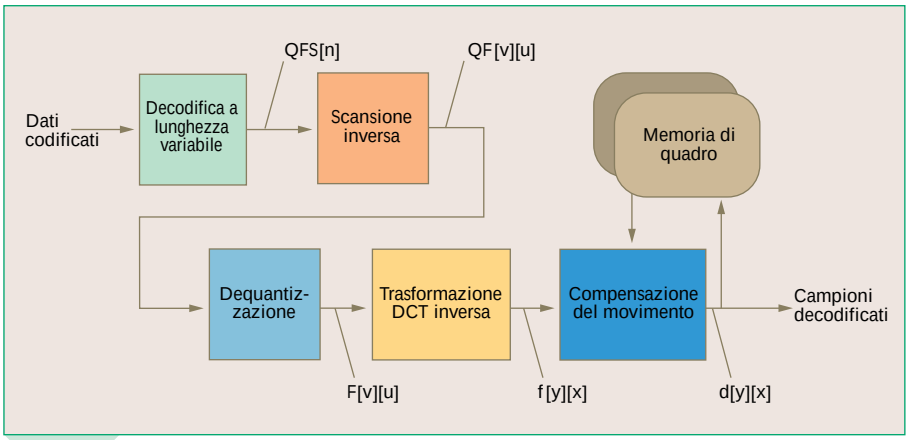



**Figura 3** *Il processo di decodifica MPEG Video.*

per la maggioranza delle applicazioni; un profilo *simple* che è una versione semplificata; due profili scalabili denominati *SNR scalable* e *spatially scalable* ed un profilo che li contiene tutti *(High)*. Due altri profili, 4:2:2 per applicazioni professionali e *MVP (MultiView Profile)*, sono stati aggiunti più tardi. Come è indicato nella tabella 3, non tutti i livelli sono stati definiti per tutti i profili.
Le prestazioni di MPEG-2 Video sono state valutate con una campagna di prove soggettive. Si è trovato che a 6 Mbit/s MPEG-2 Video offre una qualità equivalente a quella del video composito (NTSC/PAL /SECAM) di studio. A 9 Mbit/s si ottiene una qualità equivalente a quella del video a componenti nello studio.

| PROFILI / LIVELLI | Semplice | Principale | SNR scalabile | Scalabile nello spazio | Alto | 4:2:2 | MVP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alto | | X | | | X | | |
| Alto-1440 | | X | | X | X | | |
| Principale | X | X | X | | X | X | X |
| Basso | | X | X | | | | |

**Tabella 3** *I profili di MPEG-2 Video.*

un ausilio alla scalabilità. Inoltre, l'algoritmo è stato concepito per essere generico, vale a dire indipendente dal mezzo di applicazione o da quello di trasporto.

La scalabilità è diventata un concetto chiave negli sviluppi più recenti delle ricerche sulla codifica video motivata dalla compatibilità dello schema MPEG-2 con gli algoritmi esistenti, standardizzati dagli Organismi internazionali di normazione, ma anche come potente tecnica per risolvere questioni più generali come i formati delle sorgenti video multi-risoluzione, la codifica a velocità di trasmissione variabile, le tecniche di compensazione dell'errore per la trasmissione su canali rumorosi, la coesistenza o l'espandibilità con oppure verso schemi di codifica diversi, di nuova generazione. Per scalabilità si intende in queste applicazioni la capacità di avere più di una risoluzione di immagine o di livello di qualità prontamente disponibili nella sequenza trasmessa al decodificatore.

MPEG-2 Video ha definito un profilo *main* pensato

## *3.2 Audio*

### 3.2.1 MPEG-1 Audio

Il codificatore elabora in questo caso il segnale audio numerico e produce la sequenza compressa. L'algoritmo di codifica non è standardizzato e può utilizzare diversi mezzi per la codifica come la stima della soglia di mascheramento del sistema uditivo, la quantizzazione e la normalizzazione. Tuttavia, l'uscita dal codificatore deve essere tale per cui un decodificatore conforme alle specifiche produca un audio adeguato all'applicazione in questione.
Come è mostrato nella figura 4, i campioni audio in ingresso (a 16 bit e con frequenza di campionamento 32; 44,1 e 48 kHz)

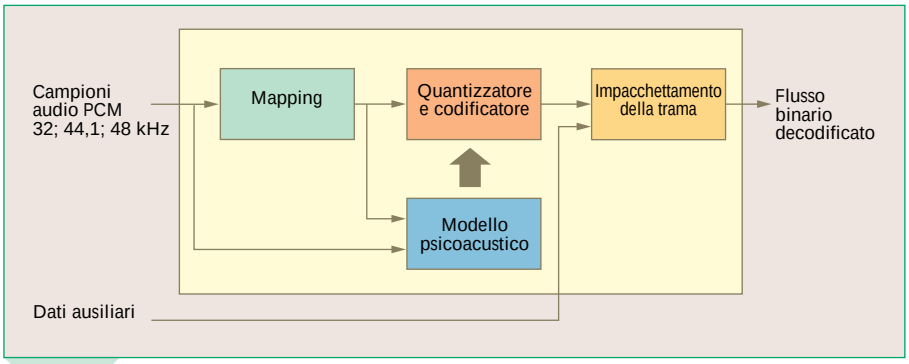



**Figura 4** *Struttura di base del codificatore MPEG-1 Audio.*

vengono inviati al codificatore; essi sono poi filtrati e sottocampionati. I campioni così elaborati sono chiamati campioni di sottobande (come nel livello I o II di cui si dirà più oltre) oppure campioni di sottobande trasformati (come nel livello III). Il blocco quantizzatore e codificatore *(quantizer and coding)* crea una serie di simboli di codifica a partire dai campioni elaborati in ingresso. Il blocco per l'impacchettamento della trama *(frame packing)* costruisce la sequenza effettivamente trasmessa, contenente i dati di uscita degli altri blocchi e aggiunge, se necessario, altre informazioni (ad esempio, la ridondanza necessaria per la correzione degli errori).

Sono possibili quattro differenti modi di impacchettamento: canale singolo, canale doppio (due segnali audio indipendenti codificati in un'unica sequenza), stereo (segnali sinistro e destro di una coppia stereo codificati in un'unica sequenza) e stereo congiunti (segnali sinistro e destro di una coppia stereo, codificati in una sequenza con l'impiego della ridondanza stereo).

In funzione dell'applicazione, possono essere usati differenti livelli *(layer)* del sistema di codifica con una complessità crescente del codificatore e quindi con prestazioni migliori. Un decodificatore MPEG-1 Audio di livello N è in grado di decodificare flussi di livello N ed inferiori.

*Livello I*. In questo livello viene attuata la mappatura del segnale in ingresso audio numerico in trentadue sottobande, una segmentazione fissa per formattare i dati in blocchi, un modello psicoacustico per determinare l'allocazione adattativa dei bit e la quantizzazione utilizzando la compressione, l'espansione e la costituzione dei blocchi. Il ritardo di codifica e di decodifica teorico minimo per il livello I è di circa 19 ms.

*Livello II*. Questo livello consente un'ulteriore codifica dell'allocazione dei bit, di fattori di scala e dei campioni. Sono utilizzate trame differenti. Il ritardo di codifica/decodifica teorico minimo per il livello II è di circa 35 ms.

*Livello III*. Questo livello introduce una maggiore risoluzione di frequenza basata su un banco di filtri ibridi. Esso aggiunge un diverso quantizzatore di tipo non uniforme, la segmentazione adattativa e la codifica entropica dei valori quantizzati. Il ritardo di codifica e di decodifica teorico minimo per il livello III è di circa 59 ms.

La codifica "stereo comune" può essere aggiunta come caratteristica supplementare a ciascuno dei livelli. Le prestazioni di MPEG-1 Audio sono state verificate nel luglio 1991 e sono state trovate eccellenti: dieci sequenze audio molto critiche sono state scelte e codificate a 256 kbit/s. Per nessuna sequenza la qualità valutata soggettivamente è stata trovata minore di 4,6 sulla scala ITU-R.

Il cosiddetto MP3, che di recente ha raggiunto ampia notorietà, è l'MPEG-1 Audio Layer III.

### 3.2.2 MPEG-2 Audio

MPEG-2 Audio ha l'obiettivo di fornire un'estensione multicanale compatibile con MPEG-1 Audio: un decodificatore MPEG-1 Audio può infatti riconoscere i due canali che compongono una sequenza MPEG-2 Audio (compatibilità all'indietro) ed un decodificatore MPEG-2 Audio può decodificare correttamente una sequenza MPEG-1 Audio, generando un suono con due soli canali (compatibilità in avanti).

Per quanto riguarda la presentazione stereofonica, i gruppi di specialisti dell'ITU-R, *SMPTE (Society of Motion Pictures and Television Engineers)* ed *EBU (European Broadcasting Union)* raccomandano l'uso di un canale centrale supplementare C e di due canali surround LS ed RS, che aumentano i canali degli altoparlanti sinistro e destro *L (Left)* e *R (Right)*. Questo formato del suono di riferimento viene detto "stereo 3/2" (tre canali frontali e due laterali "surround") e richiede la trasmissione di cinque segnali audio costituiti in maniera adeguata.

Per le immagini che accompagnano le applicazioni audio, quali quelle *HDTV (High Definition TeleVision)*, i tre canali frontali assicurano una sufficiente stabilità direzionale e la chiarezza delle immagini frontali associate al quadro, secondo la pratica seguita comunemente nelle proiezioni cinematografiche. Il beneficio principale è la "stabilità del centro", garantita qualunque sia la posizione occupata dall'ascoltatore e importante per la maggior parte dei dialoghi.

Inoltre, per le applicazioni con solo audio, il formato stereo 3/2 ha mostrato essere il miglioramento ideale della stereofonia a due canali. L'aggiunta di una coppia di altoparlanti surround consente di migliorare le condizioni di simulazione reale dell'ambiente effettivo.

In particolare, le applicazioni HDTV richiedono una capacità stereo multicanale da una parte e programmi bilingue o commenti multilingue dall'altra. MPEG-2 Audio offre configurazioni alternative per i canali audio nel sistema a cinque canali: ad esempio un programma stereo 2/0 bilingue o un audio stereo 2/0, 3/0 più servizi associati (ad esempio, "dialogo pulito" per le persone con problemi di udito, commenti per le persone con problemi di vista, commenti multilingue). Una configurazione importante è la riproduzione di un dialogo di commento, selezionato (ad esempio attraverso l'altoparlante centrale) sovrapposto a musica o ad effetti stereo (esempi in proposito sono i documentari o gli spettacoli sportivi).

Fondamentalmente la trasmissione dei cinque segnali audio di un sistema 3/2 richiede cinque canali di trasmissione, sebbene questi non siano completamente indipendenti. Per consentire che due dei segnali trasmessi forniscano un servizio stereo, i segnali della sorgente audio prima di essere codificati sono generalmente combinati in una matrice lineare per ricavare dai cinque segnali i due segnali stereo.

In un pacchetto di dati audio si trovano quindi prima quelli per la componente stereofonica, che è interpretabile da un decodificicatore MPEG-1, e poi i dati relativi agli altri segnali, che sono interpretabili solo da un decodificatore MPEG-2.

La velocità di trasmissione richiesta per l'informazione multicanale può variare da una trama all'altra, in funzione dei segnali audio. La velocità globale è

tuttavia costante e in accordo con i valori definiti da MPEG-1 Audio.

Un canale di rinforzo a bassa frequenza, canale *LFE (Low Frequency Enhancement)*, può essere aggiunto in via opzionale a una qualsiasi di queste configurazioni: questo canale consente infatti agli ascoltatori di estendere il contenuto in bassa frequenza del programma riprodotto in termini sia di frequenza che di livello.

## 4. Lo schema di multiplazione di MPEG-1 e MPEG-2

### *4.1 Sistema MPEG-1*

Le specifiche di sistema perseguono l'obiettivo di combinare una o più sequenze audio o video MPEG-1 con l'informazione temporale per costituire una singola sequenza. Una volta combinati in un'unica sequenza, i dati si trovano in una forma adatta alla memorizzazione o alla trasmissione numerica. Le regole sintattiche e semantiche imposte da queste specifiche consentono la riproduzione sincronizzata senza trabocco *(overflow)* o svuotamento *(underflow)* dei buffer del decodificatore in un'ampia gamma di condizioni di riproduzione o ricezione.

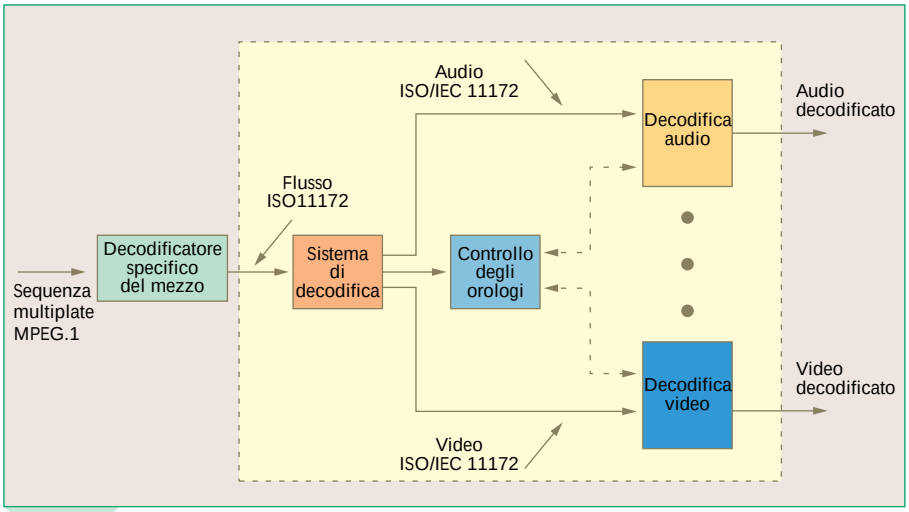



**Figura 5** *Prototipo di decodificatore in accordo con la norma MPEG-1.*

Lo scopo delle regole sintattiche e semantiche definite nella specifica di sistema è diverso: le regole sintattiche si applicano solo alla codifica a livello di sistema e non riguardano la codifica della compressione delle specifiche audio e video. Le regole semantiche si applicano invece alla sequenza combinata.

Le specifiche di sistema non definiscono l'architettura o le caratteristiche realizzative di codificatori e decodificatori. Tuttavia, le caratteristiche delle sequenze impongono a questi dispositivi alcuni requisiti funzionali e di prestazione (i codificatori devono soddisfare ad esempio requisiti di tolleranza minima alle variazioni della temporizzazione). Nonostante questo e altri requisiti, la progettazione e l'utilizzo di codificatori e decodificatori godono di un considerevole grado di libertà.

Un sistema di decodificazione audio e video a livello di prototipo è schematizzato nella figura 5 e mostra la funzione di un decodificatore MPEG-1. L'architettura non è tuttavia unica, poiché le funzioni del decodificatore di sistema, incluso il controllo della temporizzazione, potrebbero essere distribuite tra i decodificatori di flussi elementari e il decodificatore specifico del mezzo. Il progetto del decodificatore non comporta alcun requisito normativo per la progettazione di un decodificatore MPEG-1. Sono ammessi, anche se non rappresentati, dati che non sono né audio né video.

Il prototipo di decodificatore MPEG-1 è costituito dai decodificatori di sistema, video e audio conformi, rispettivamente, alle parti 1, 2 e 3 dello standard. Nel decodificatore si suppone che la rappresentazione codificata multiplata di una o più sequenze audio e/o video sia contenuta in una memoria di massa numerica, chiamata *DSM (Digital Storage Medium)*, o in rete, in un qualche formato specifico del mezzo. Il formato non rientra nelle specifiche MPEG-1 così come la parte di decodifica specifica del mezzo del prototipo del decodificatore MPEG-1.

Il prototipo di decodificatore accetta in ingresso una sequenza multiplata MPEG-1 e fa estrarre da un decodificatore di sistema la sequenza con le informazioni sui tempi. Il decodificatore di sistema demultipla la sequenza; le sequenze elementari così ottenute servono come ingresso ai decodificatori audio e video, le cui uscite sono segnali audio e video decodificati. Incluso nello standard, ma non riportato in figura, è il flusso delle informazioni sui tempi tra il decodificatore di sistema, i decodificatori audio e video e il decodificatore specifico del mezzo. I decodificatori audio e video sono sincronizzati tra loro e con il DSM mediante queste informazioni sui tempi.

Le sequenze multiplate MPEG-1 sono realizzate a due livelli: uno di sistema e l'altro di compressione. La sequenza in ingresso al decodificatore di sistema contiene un livello di sistema che incorpora il livello di compressione. Le sequenze in ingresso ai decodificatori audio e video sono state spogliate del livello di sistema.

Le operazioni svolte dal decodificatore di sistema si applicano all'intera sequenza multiplata MPEG-1 *(multiplex-wide operations)*, o a singole sequenze elementari *(stream-specific operations)*. Il livello di sistema MPEG è suddiviso in due sottolivelli, uno per le operazioni multiplex-wide *(livello pack)* e uno per le operazioni stream-specific *(livello packet)*.

Le operazioni multiplex-wide comprendono il coordinamento del recupero dei dati dal mezzo di trasporto, la regolazione degli orologi e la gestione dei buffer; le funzioni sono strettamente correlate. Se è controllabile la velocità di recupero dei dati dal mezzo, la trasmissione nel mezzo può essere regolata in modo che i buffer del decodificatore non vadano in overflow o in underflow; ma se la velocità del mezzo non è controllabile, i decodificatori delle sequenze elementari devono adattare i propri tempi a quelli del mezzo per evitare overflow o underflow.

Le sequenze multiplate MPEG-1 sono composte da pacchetti *(pack)* le cui intestazioni *(header)* facilitano i compiti di cui sopra. Gli header dei pacchi definiscono i tempi nei quali ciascun byte deve entrare nel decodificatore di sistema dal mezzo di trasporto e questo piano di arrivo serve come riferimento per la correzione dell'orologio e per la gestione del buffer. I decodificatori non sono tenuti a seguire esattamente il piano di arrivo, ma devono comunque provvedere a compensare le deviazioni rispetto a questo piano.

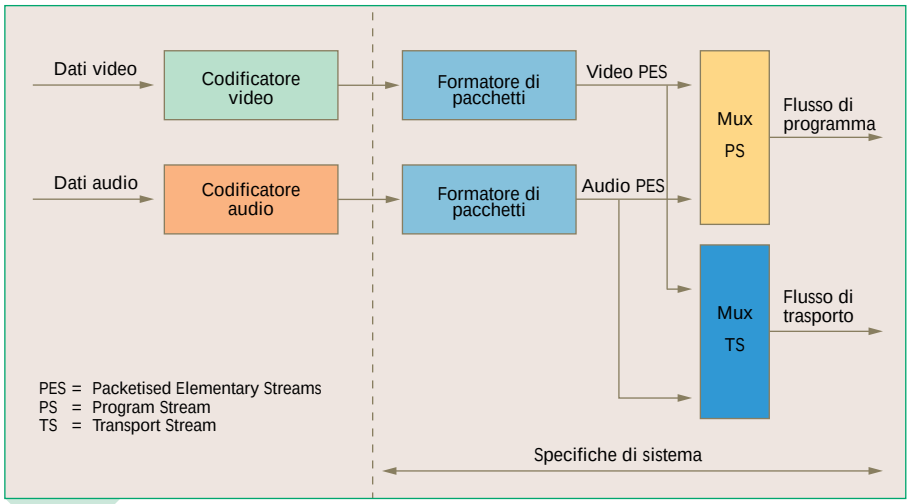



**Figura 6** *Tipi di multiplex MPEG-2.*

Un'altra funzione multiplex-wide è la capacità del decodificatore di stabilire quali risorse si richiedono per decodificare una sequenza multiplata MPEG-1. Il primo pacchetto di ciascuna sequenza multiplata MPEG-1 contiene i parametri necessari ad assistere i decodificatori in questa operazione. Sono inclusi, ad esempio, la velocità massima di trasmissione dei dati e il più alto numero possibile di canali video simultanei.

Il sistema MPEG-1 utilizza un decodificatore obiettivo del sistema, chiamato *STD (System Target Decoder)* che fornisce il formalismo per le correlazioni di temporizzazione e di buffering. Poiché l'STD è caratterizzato in termini di campi definiti nello standard (ad esempio, dimensioni del buffer) ogni sequenza multiplata MPEG-1 porta alla propria parametrizzazione dell'STD. I decodificatori assicurano poi che le sequenze prodotte viaggino alla velocità normale sul proprio STD.

*4.2 Sistema MPEG-2*

La parte systems dello standard MPEG-2 riguarda la combinazione di una o più sequenze elementari video e audio, così come di altri dati in sequenze singole o multiple adatte per la memorizzazione o per la trasmissione. La codifica segue le regole semantiche e sintattiche prescritte dallo standard e fornisce le informazioni necessarie alla decodifica sincronizzata senza overflow o underflow dei buffer del decodificatore in un'ampia gamma di condizioni di recupero e ricezione.

La codifica del sistema è definita in due formati: *flusso di programma* e *flusso di trasporto*. Ciascuno di questi flussi è ottimizzato per una differente serie di applicazioni. Sia il flusso di programma che il flusso di trasporto definiti nello standard forniscono la sintassi di codifica necessaria per la sincronizzazione della decodifica e per la presentazione delle informazioni audio e video, garantendo al contempo l'assenza di overflow o underflow ai dati codificati nei buffer dei decodificatori. Queste informazioni sono codificate nella sintassi utilizzando indicatori temporali *(time stamp)* relativi alla decodifica e alla presentazione di dati audio e video codificati e indicatori temporali per la trasmissione della stessa sequenza di dati. Entrambe le definizioni di flusso sono relative a multiplex di tipo a pacchetto.

L'approccio multiplexing base per le singole sequenze elementari audio e video è illustrato nella figura 6.

I dati audio e video sono codificati secondo le modalità mostrate in figura. I flussi elementari dopo la compressione sono combinati con informazioni a livello di sistema e pacchettizzati per produrre dei flussi elementari a pacchetto, chiamati *PES (Packetised Elementary Streams)*. I PES possono essere ulteriormente combinati in modo da costituire un flusso di programma *(Program Stream)* o un flusso di trasporto *(Transport Stream)*. Lo standard si applica ai processi situati a destra della linea tratteggiata verticale riportata nella figura 6.

I flussi di programma e di trasporto sono studiati per applicazioni differenti e la loro definizione non segue strettamente un modello a livelli. È possibile passare da uno all'altro; ciascuno di questi flussi tuttavia non è né un sottoinsieme né un sovrainsieme dell'altro. In particolare, è possibile estrarre il contenuto di un programma da un flusso di trasporto e creare un flusso di programma valido attraverso il formato utile comune di flussi elementari a pacchetto: ma non tutti i campi del flusso di programma sono contenuti nel flusso di trasporto. Il flusso di trasporto può essere utilizzato occupando più livelli di un modello multilivello ed è studiato per essere utiliz-

zato efficacemente e facilmente in applicazioni a larga banda.

4.2.1 Flusso di trasporto

Il flusso di trasporto è adatto per la comunicazione o per la memorizzazione di uno o più programmi codificati MPEG e di altri dati nel caso in cui si operi in ambienti nei quali si possono presentare errori significativi, come la memorizzazione o la trasmissione su mezzi rumorosi. Questi errori si possono manifestare come errori sul valore dei singoli bit o come perdita di pacchetti.

Il flusso di trasporto combina uno o più flussi elementari a pacchetto (PES) con una o più basi di tempi indipendenti in una singola sequenza. I flussi elementari che condividono una base di tempi comune costituiscono un programma. I pacchetti di un flusso di trasporto hanno una lunghezza di 188 byte.

Il flusso di trasporto è studiato in modo da rendere possibile l'esecuzione di diverse operazioni con il minimo sforzo, quali, ad esempio:

- il recupero di dati codificati da un programma contenuto nel flusso di trasporto, la relativa decodifica e la presentazioni dei dati decodificati;
- l'estrazione dei pacchetti trasportati da un programma contenuto nel flusso di trasporto e la generazione in uscita di differenti flussi di trasporto con quel solo programma;
- l'estrazione di pacchetti di trasporto di uno o più programmi da uno o più flussi di trasporto e la generazione in uscita di un diverso flusso di trasporto;
- l'estrazione del contenuto di un programma contenuto all'interno di un flusso di trasporto e la generazione in uscita di un flusso di programma contenente quel programma;
- il prelievo di un flusso di programma, la sua conversione in un flusso di trasporto per la sua trasmissione in un ambiente critico e il recupero di un flusso di programma valido e, a volte, identico.

Le operazioni compiute dal decodificatore di un flusso di trasporto si applicano all'intero flusso di trasporto MPEG-2 (operazioni *multiplex-wide)* o ai flussi elementari singoli (operazioni *stream-specific)*. Il livello di trasporto MPEG-2 è suddiviso in due sottolivelli: il primo per le operazioni multiplex-wide (a livello del pacchetto di trasporto) e l'altro per le operazioni stream-specific (a livello del pacchetto PES).

4.2.2 Flusso di programma

Il flusso di programma è analogo al System Multiplex di MPEG-1. Esso deriva dalla combinazione di uno o più flussi elementari a pacchetto (PES), aventi una base tempi comune, in un singolo flusso. La definizione del flusso di programma può essere utilizzata anche per codificare sequenze elementari audio e video multiple in flussi di programma multipli aventi tutti la stessa base tempi. Come il flusso di programma singolo, tutti i flussi elementari possono essere codificati dopo essere stati sincronizzati. Il flusso di programma è studiato per l'impiego in ambienti relativamente privi di errori ed è adatto per applicazioni che possono richiedere elaborazioni fatte in software. I pacchetti del flusso di programma possono avere una lunghezza variabile e relativamente elevata.

Il prototipo di decodificatore di flusso di programma MPEG-2 è costituito da decodificatori di sistema, audio e video conformi, rispettivamente, alle parti 1, 2 e 3 dello standard MPEG-2: nel decodificatore, la rappresentazione codificata multiplata di una o più sequenze audio o video o audiovisiva si suppone sia stata registrata su una memoria di massa numerica, o su rete, in un formato specifico del mezzo utilizzato. Questo formato non rientra nelle specifiche dello standard così come la parte di decodifica specifica del mezzo relativo al prototipo di decodificatore MPEG-2.

Il prototipo accetta in ingresso una sequenza di programma MPEG-2 e mediante un decodificatore di sistema consente di estrarre dalla sequenza le informazioni sui tempi. Il decodificatore di sistema demultipla la sequenza, e i flussi elementari così ottenuti vengono utilizzati in ingresso per i decodificatori audio e video, le cui uscite sono segnali audio e video decodificati. Incluso nello standard, ma non indicato nella figura 6, è il flusso delle informazioni sui tempi tra il decodificatore di sistema, i decodificatori audio e video e il decodificatore specifico del mezzo. I decodificatori audio e video sono sincronizzati tra loro e con il DSM per mezzo di queste informazioni sui tempi.

I flussi di programma MPEG-2 sono realizzati a due livelli: uno di sistema, l'altro di compressione. La sequenza in ingresso al decodificatore di sistema possiede un livello di sistema che è sovrapposto a un livello di compressione. Le sequenze in ingresso ai decodificatori audio e video possiedono solo il livello di compressione.

Le operazioni svolte dal decodificatore di sistema si applicano all'intero flusso di programma MPEG-2 *(multiplex-wide operations)*, o a singoli flussi elementari *(stream-specific operations)*. Il livello di sistema di programma MPEG-2 è suddiviso in due sottolivelli, il primo per le operazioni multiplex-wide *(livello pack)* e l'altro per le operazioni stream-specific *(livello packet)*.

4.2.3 Accesso condizionato

La crittografia e lo scrambling per l'accesso condizionato ai programmi codificati nel programma e i flussi di trasporto sono resi disponibili dalle definizioni di sequenza dati del sistema. I meccanismi di accesso condizionato non sono definiti dallo standard. Le definizioni dei flussi sono studiate in modo che sia possibile la realizzazione di sistemi effettivi di accesso condizionato e allo stesso tempo sono indicati alcuni elementi sintattici che forniscono un supporto specifico a tali sistemi.

## 5. Altre parti di MPEG-2

MPEG-2, con le sue parti 1, 2 e 3, con lo status di standard internazionale dal novembre 1994, ha

offerto la soluzione adatta per industrie, come quelle di comunicazione via satellite o via cavo, che sentivano il bisogno di passare dalla comunicazione analogica tradizionale a quella numerica, grazie al vantaggio che questa offre di poter trasmettere sullo stesso canale un numero di programmi da cinque a dieci volte più elevato. Altre industrie, tuttavia, avevano in mente di offrire servizi interattivi come il video su richiesta *(Video-on-Demand)* e gli acquisti a domicilio *(Home Shopping)*. Questi servizi richiedono, oltre a uno standard per la codifica audio e video, un protocollo standardizzato per il dialogo tra il terminale ed il server.

La parte 6 di MPEG-2, denominata *DSM-CC (Digital Storage Media Command and Control)*, è relativa al comando e controllo del DSM e definisce una serie di protocolli che forniscono le funzioni di controllo e le operazioni specifiche per la gestione delle sequenze MPEG. Questi protocolli possono essere utilizzati per fornire ausilio ad applicazioni in ambienti eterogenei sia isolati *(stand-alone)* sia interconnessi in rete.

Nel modello DSM-CC, mostrato in figura 7, una sequenza viene prelevata da un Server e trasmessa a un Client, entrambi considerati utenti della rete DSM-CC. DSM-CC definisce un'entità logica detta *SRM (Session and Resource Manager)* che fornisce una gestione a logica centralizzata delle sessioni e delle risorse DSM-CC.

La parte 7 di MPEG-2 riguarda lo standard *AAC (Advanced Audio Coding)*. La necessità di questo standard è nata dalla considerazione che la compatibilità all'indietro offerta da MPEG-2 Audio è una caratteristica importante per molte applicazioni, come la televisione che però comporta un livello di penalizzazione della qualità che altre applicazioni non hanno. Il lavoro in questo campo ha prodotto uno standard nell'aprile 1997. AAC impiega gli ultimi sviluppi della tecnologia di codifica audio per garantire una qualità all'incirca uguale a quella di MPEG-1 Audio Layer II ma per una velocità di cifra pari alla metà.

La parte 8 di MPEG-2 era stata originariamente prevista per la codifica video quando i campioni in ingresso sono quantizzati con 10 bit, allo scopo di permettere operazioni di post-elaborazione. L'attività di normalizzazione in questo campo è andata avanti in modo discontinuo ed è stata interrotta quando l'industria dei video professionali, che aveva chiesto lo standard, ha spostato l'attenzione verso altre soluzioni.

La parte 9 di MPEG-2, intitolata *RTI (Real-Time Interface)*, fornisce una specifica per un'interfaccia in tempo reale per i decodificatori di flussi di trasporto che possono essere utilizzati per l'adattamento a tutte le reti idonee al trasporto di tali flussi. La RTI può essere utilizzata per ottenere un'interoperabilità a livello di apparecchiatura nel campo dell'elettronica di consumo, dei computer e di altre apparecchiature poiché consente la realizzazione di livelli di adattamento in rete che sono in grado di garantire le prestazioni richieste. Contemporaneamente, consente di realizzare decodificatori in grado di garantire un comportamento appropriato dei buffer e dei meccanismi di recupero della temporizzazione.

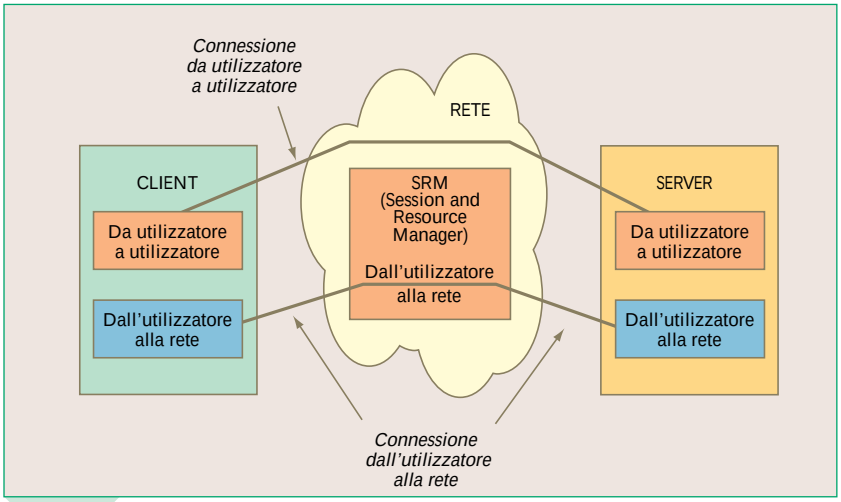



**Figura 7** *Modello del Digital Storage Media Command and Control: SRM fornisce le funzioni necessarie per la gestione delle sequenze MPEG.*

La parte 10 di MPEG-2 riguarda le prove di conformità *(Conformance Testing)* di DSM-CC.

Altre attività MPEG hanno riguardato la definizione di altri profili Video MPEG-2. Il Profilo 4:2:2 ha fornito una risposta agli utilizzatori di servizi e apparecchi video professionali che desideravano utilizzare la tecnologia MPEG-2 Video, già impiegata nell'elettronica di consumo per applicazioni professionali. Il profilo multiview utilizza gli strumenti di codifica video esistenti per fornire un modo efficiente per la codifica di due immagini leggermente differenti come quelle ottenute da due telecamere di poco separate che riprendono una stessa scena.

## 6. Conclusioni

Gli standard MPEG-1 e MPEG-2 hanno avuto un incredibile successo e hanno dato origine a nuove industrie o hanno mutato in modo irriconoscibile il volto di altre. MPEG-1 è utilizzato nel Video CD, di cui sono state vendute diverse decine di milioni di apparati, senza contare l'industria che produce film poi registrati sui compact disc. Lo standard MP3 ha anche cambiato il volto dell'industria musicale, se si pensa che "MP3" è ormai la parola che viene ricercata più comunemente sul Web, ancor più della parola "sex".

MPEG-2 ha infine consentito il passaggio della televisione dall'analogico al numerico: sono stati venduti più di 30 milioni di set top box per la televisione numerica nei cinque anni trascorsi da quando lo standard è stato approvato. Sono stati anche venduti vari milioni di player DVD.

Questi standard dimostrano quindi quale sia il

potere di creazione di mercati di massa provocati dagli standard una volta che essi siano disponibili completamente.

## Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| AAC | Advanced Audio Coding |
| ADP | Application Dependent Parameters |
| CIF | Common Intermediate Format |
| DCT | Discrete Cosine Transform |
| DPCM | Differential Pulse Code Modulation |
| DSM | Digital Storage Medium |
| DSM-CC | Digital Storage Media Command and Control |
| DVD | Digital Versatile Disc |
| EBU | European Broadcasting Union |
| HDTV | High Definition TeleVision |
| ITU | International Telecommunication Union |
| LFE | Low Frequency Enhancement |
| MPEG | Moving Picture Experts Group |
| MP3 | MPEG-1 Audio Layer III |
| MVP | MultiView Profile |
| PCM | Pulse Code Modulation |
| PES | Packetised Elementary Streams |
| Pixel | Picture element |
| RAM | Random Access Memory |
| RTI | Real-Time Interface |
| SMPTE | Society of Motion Pictures and Television Engineers |
| SNR | Signal-to-Noise Ratio |
| SRM | Session and Resource Manager |
| STD | System Target Decoder |

## Bibliografia


[1] ISO/IEC 11172-1:1993 Information technology: *Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s - Part 1: Systems.*

[2] ISO/IEC 11172-2:1993 Information technology: *Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s - Part 2: Video.*

[3] ISO/IEC 11172-3:1993 Information technology: *Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s - Part 3: Audio.*

[4] ISO/IEC 11172-4:1995 Information technology: *Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s - Part 4: Conformance testing.*

[5] ISO/IEC TR 11172-5:1995 Information technology: *Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media up to about 1,5 Mbit/s - Part 5: Software simulation.*

[6] ISO/IEC 13818-1:1996 Information technology: *Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems.*

[7] ISO/IEC 13818-2:1996 Information technology: *Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video.*

[8] ISO/IEC 13818-3:1998 Information technology: *Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 3: Audio.*

[9] ISO/IEC 13818-4:1998 Information technology: *Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 4: Compliance testing.*

[10] ISO/IEC TR 13818-5:1997 Information technology: *Generic coding of moving pictures and associated audio - Part 5: Software simulation.*

[11] ISO/IEC 13818-6:1998 Information technology: *Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 6: Extensions for DSM-CC.*

[12] ISO/IEC 13818-7:1997 Information technology: *Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 7: Advanced Audio Coding (AAC).*

[13] ISO/IEC 13818-9:1996 Information technology: *Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 9: Extension for real time interface for systems decoders.*

[14] ISO/IEC 13818-7:1999 Information technology: *Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 10: Conformance extensions for Digital Storage Media Command and Control (DSM-CC).*





*Leonardo Chiariglione* è nato ad Almese (Torino). Si è laureato in Ingegneria Elettronica al Politecnico di Torino e nel 1973 ha ottenuto il dottorato all'Università di Tokyo.
Dal 1971 lavora presso i laboratori di CSELT, il Centro di Ricerca del Gruppo Telecom Italia, dov'è responsabile dell'Area Tecnologie e Servizi Multimediali.
Nel 1986 ha fondato il Workshop HDTV, un evento internazionale per la promozione di tecnologie HDTV oltre gli specifici interessi industriali, e nel 1988 ha fondato il Gruppo di standardizzazione ISO- MPEG (Moving Pictures Experts Group) che studia come far viaggiare suoni e immagini in forma di bit su qualunque mezzo possibile: etere, cavi, dischi. Dal 1988 a oggi le scoperte di Chiariglione e del suo gruppo hanno consentito la nascita dei cd-rom, della televisione digitale e stanno sancendo il matrimonio tra computer e televisione. L'impegno di Chiariglione ha inoltre portato nel 1994 alla fondazione di DAVIC (Digital Audio-Visual Council), il Gruppo internazionale per lo sviluppo di specifiche standard comuni per interfacce e protocolli aperti; nel 1996 alla FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents), e nel 1998 alla fondazione dell'OPIMA (Open Platform Initiative for Multimedia Access). Nel 1999 gli è stato chiesto di diventare Direttore Esecutivo del Gruppo "Secure Digital Music Initiative", che vede la partecipazione di oltre cento aziende a livello internazionale e che si occupa di sviluppare specifiche per rendere sicura la consegna di musica digitale.

MPEG

# Lo standard MPEG-4

**LEONARDO CHIARIGLIONE**

*Nel 1994, con l'approvazione degli standard MPEG-1 e MPEG-2, il gruppo MPEG aveva esaurito la sua missione originale di codificare audio e video a velocità al di sopra di 1 Mbit/s con alta qualità. L'uso dei nuovi standard non si prestava però molto bene ai nuovi sistemi di trasmissione, quali le reti per comunicazione mobile e la nascente Internet.*

*Partito come "codifica dell'audiovisivo a bassissima velocità di cifra", MPEG-4 si è quindi sviluppato fino a diventare un sistema di codifica a oggetti, superando i paradigmi tradizionali dell'audio e del video analogici.*

*Nell'articolo si dà una descrizione completa dello standard.*

## 1. Perché un nuovo standard audiovisivo?

Finora gli standard di codifica per le immagini fornivano modi per rappresentare le immagini nella forma di sequenze di immagini bidimensionali a distanza temporale sufficientemente ravvicinata sì da dare all'utilizzatore l'impressione del movimento. Attraverso questi sistemi gli utilizzatori possono accedere a una versione elettronica di una finestra sul mondo reale. Questo è quello che si chiama *paradigma televisivo*. Ma il modo in cui gli esseri umani si pongono nei confronti del mondo reale non è semplicemente passivo: il processo di visione dà le informazioni sulla base delle quali le persone decidono di agire. Un ragionamento simile si può fare per l'udito e per i sistemi di acquisizione dell'informazione uditiva.

Anche se il paradigma televisivo ha dominato la comunicazione audiovisiva per molti anni, recentemente si sono avute significative evoluzioni nel modo in cui contenuti audiovisivi vengono prodotti, distribuiti e consumati. Questo è stato facilitato dalla graduale sostituzione delle tecniche analogiche con quelle numeriche e, allo stesso tempo, dalle maggiori potenzialità di hardware e software e, forse, soprattutto dalla disponibilità effettiva della rete numerica integrata di cui si è favoleggiato per anni e che si è improvvisamente materializzata con il nome di Internet.

Diventa sempre più facile oggi produrre contenuto. Sul mercato sono disponibili macchine fotografiche numeriche e vari modelli di telecamere numeriche che sono in grado di trasformare ognuno di noi in un potenziale produttore di contenuti che possono poi essere facilmente trasmessi e divulgati sul Web. Altro contenuto viene realizzato con procedimenti artificiali da computer e integrato poi con contenuto di origine naturale, dando luogo a informazione audiovisiva di origine ibrida. I vari contenuti codificati in forma numerica possono essere successivamente riutilizzati senza quella perdita di qualità ineliminabile nei vecchi processi analogici.

L'esplosione del Web e l'accettazione da parte di alcune decine di milioni di utilizzatori di un modo interattivo nella fruizione dell'informazione mostrano che il semplice paradigma televisivo per i servizi audiovisivi diventa progressivamente insufficiente. Gli utilizzatori sentono il bisogno di poter accedere a contenuti audiovisivi nello stesso modo - il paradigma del Web - in cui oggi essi si accostano al testo ed alla grafica delle pagine Web e con le stesse funzionalità di *hyperlinking* mediante il quale si attivano relazioni tra entità diverse, nella stessa pagina o tra pagine distanti migliaia di chilometri, così come il *paradigma del video gioco* li ha abituati alle esperienze di immersione in ambienti naturali e virtuali.

Lo standard MPEG-4 è stato concepito per rispondere a queste necessità fornendo un modo non proprietario per realizzare queste funzioni.

## 2. Venti richieste per uno standard

I parametri di progetto dello standard MPEG-4 possono essere sintetizzati nei punti seguenti:

a) Codificare in modo efficiente i segnali video e audio perché la banda impiegata per dare un servizio è ancora un bene prezioso. Oggi, o in un prossimo futuro, avremo sulla rete di accesso:
   - qualche decina di kbit/s nell'accesso locale tradizionale;
   - all'incirca 1 Mbit/s con *xDSL (xDigital Subscriber Line);*
   - 10 Mbit/s sui modem utilizzati sui cavi della *CATV (Community Antenna TeleVision),* anche se condivisi con altri utilizzatori;

- qualche decina di Mbit/s sui canali diffusivi (ma questi sono in larga parte unidirezionali);
- 10 kbit/s sui canali dei sistemi radiomobili di oggi;
- qualche centinaio di kbit/s sull'*UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)*.

b) Codificare i segnali video in modo scalabile. Ai sistemi di trasporto a banda limitata si affiancano infatti quelli con banda più larga; è quindi utile avere un solo modo di rappresentare l'informazione video in modo che si possa adattare ai diversi sistemi di trasporto.

c) Codificare i segnali audio (voce e musica) per un'ampia gamma di velocità di trasmissione per coprire diversi campi di applicazione (la ricezione della voce può essere accettata anche se distorta, purché sia intelligibile, la musica invece deve essere "perfetta").

d) Integrare nel sistema di codifica la capacità di recuperare gli errori di trasmissione in quanto questi sono una realtà ineliminabile nei sistemi di trasporto odierni e, in particolare, per alcuni sistemi (ad esempio i canali dei sistemi mobili). Naturalmente è sempre possibile utilizzare codici correttori di errore, ma questi sono inefficienti perché proteggono l'informazione in modo uniforme e non le parti più critiche dell'informazione.

e) Codificare i singoli oggetti di una scena in quanto l'estensione del paradigma del Web all'audio ed al video richiede la separazione degli oggetti. Un oggetto è, ad esempio, una persona che parla, un giocatore di tennis, un'auto che corre, il suono di uno strumento in un'orchestra.

f) Codificare in modo efficiente oggetti tridimensionali di forma generica e variabili nel tempo in modo da popolare spazi virtuali con oggetti di qualunque tipo. La codifica deve essere efficiente a causa delle limitazioni di banda dei sistemi odierni di trasporto dell'informazione.

g) Rappresentare in modo efficiente la faccia e il corpo umano, perché esseri sintetici animati sono forse gli oggetti tridimensionali più importanti negli spazi virtuali.

h) Rappresentare la voce sintetica associata agli esseri sintetici direttamente con sequenze di caratteri corrispondenti alle parole.

i) Rappresentare l'audio con la sua informazione spaziale per realizzare spazi virtuali con campi di suono tridimensionali realistici.

j) Rappresentare la musica sintetica in modo più ricco di quello che si può fare adesso con *MIDI (Musical Instrument Digital Interface)*[1], dando ad esempio la possibilità di trasferire sul decodificatore, filtri che rappresentano particolari strumenti musicali.

k) Descrivere un contenuto audiovisivo allo scopo di permetterne la ricerca o la scelta.

l) In un contesto con numerose scelte per i sistemi di trasporto, ad esempio UDP/IP, MPEG-2 TS, H.323, AAL5/ATM, DAB, dare la possibilità di utilizzare, quando necessario, un multiplex per assiemare oggetti diversi, spesso di dimensioni ridotte.

m) Rappresentare la composizione di scene: questa nuova funzione è richiesta in quanto una scena non è più la rappresentazione elettronica di una scena naturale ma è la composizione artificiale di oggetti, alcuni dei quali sono naturali, altri sintetici. I diversi oggetti audio e video (sintetici e naturali) sono composti in uno spazio tridimensionale per essere presentati in uno spazio a due dimensioni (visivo) ed a tre dimensioni (audio).

n) Rappresentare contenuti in forma di programma (cioè come un programma di un calcolatore), in aggiunta alla tradizionale rappresentazione esplicita.

o) Predisporre un protocollo per interagire con il contenuto.

p) Rendere disponibile un formato di file in grado di rappresentare un'applicazione completa che possa essere scambiata tra un autore ed un server o un client.

q) Permettere di localizzare il contenuto. Il formato *URL (Universal Resource Locator)* impiegato per il Web è un mezzo potente per localizzare il contenuto. Il formato comprende un indirizzo e un protocollo di trasporto, ma è oggi utilizzabile solo per contenuti statici. Per trasportare dati in tempo reale, quali l'audio ed il video, sono necessari però altri protocolli di trasporto diversi da quelli ora utilizzati.

r) Rappresentare il contenuto in una forma che sia indipendente dal meccanismo di trasporto. Questa descrizione è necessaria perché il costo di sviluppo delle applicazioni è molto alto ed è quindi utile avere una modalità per astrarre l'applicazione dal meccanismo di trasporto (disco locale, server remoto, diffusione).

s) Specificare la qualità di servizio (QoS) richiesta da un meccanismo di trasporto. L'Internet di oggi fornisce prestazioni best effort, cioè con qualità non garantita, ma si stanno introducendo meccanismi per fornire servizi con diversi livelli di QoS. È quindi necessario avere un protocollo per richiedere una data prestazione di QoS da un trasporto.

t) Specificare un sistema per consentire solo ad utenti autorizzati l'accesso ai contenuti, perché il contenuto è un bene prezioso, spesso messo in vendita, e solo coloro che hanno acquisito il diritto di impiegarlo possono avere il diritto di accedervi.

Questa lunga lista di requisiti è stata convertita in un insieme di tecnologie standardizzate in cinque anni e mezzo di lavoro da parte di oltre trecento esperti provenienti da più di duecento Aziende e da venti Paesi e da tutte le industrie interessate alla convergenza delle tecnologie delle telecomunicazioni, dell'intrattenimento e delle tecnologie dell'informazione.

## 3. Caratteristiche fondamentali dello standard MPEG-4

I fondamenti dello standard sono illustrati nelle sezioni seguenti utilizzando la scena audiovisiva della figura 1.

*(1) Con MIDI si ha la rappresentazione codificata dell'informazione musicale.*

### *3.1 Rappresentazione codificata degli oggetti*

Le scene audiovisive sono composte da diversi oggetti, organizzati in modo gerarchico. Alle estremità della gerarchia si trovano gli oggetti primitivi quali:

- immagini fisse (ad esempio uno sfondo fisso);
- oggetti video (ad esempio una persona che parla, ma senza lo sfondo);
- oggetti audio (ad esempio la voce associata ad una persona).

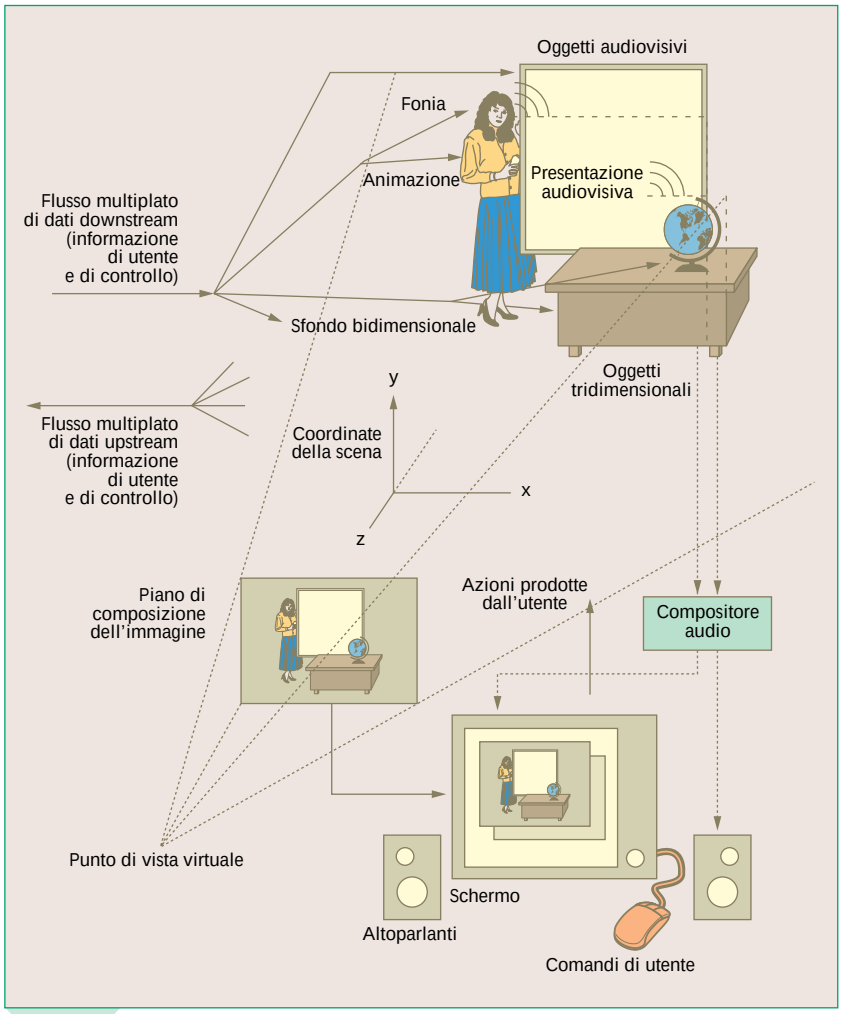



**Figura 1** *Esempio di una scena MPEG-4.*

MPEG-4 standardizza alcuni tipi di oggetti primitivi - di origine naturale o sintetica - a due o a tre dimensioni. Oltre agli oggetti sopra menzionati e rappresentati in figura 1, MPEG-4 definisce la rappresentazione codificata di oggetti quali:

- il testo e la grafica;
- facce sintetiche parlanti con testo associato usato per sintetizzare la voce e animare la testa;
- suono sintetico.

### *3.2 Composizione di oggetti*

La figura 1 dà un esempio che mette in luce il modo in cui viene descritta in MPEG-4 una scena audiovisiva composta da singoli oggetti: la figura contiene oggetti composti, a loro volta costituiti da oggetti primitivi. Questi corrispondono alle foglie di un albero della scena, mentre gli oggetti composti corrispondono a parti dell'albero di livello gerarchico più elevato. Ad esempio l'oggetto visivo che corrisponde alla persona che parla e la voce corrispondente sono uniti per costituire un oggetto audiovisivo composto: la persona che parla. Questi raggruppamenti sono usati dagli autori per costruire scene complesse e dagli utilizzatori per manipolare oggetti nella scena.

Più in generale, MPEG-4 fornisce un modo standardizzato per descrivere una scena con le seguenti caratteristiche:

- posizionare oggetti in un punto di uno spazio avente coordinate assegnate;
- applicare trasformazioni per cambiare l'aspetto geometrico o acustico di un oggetto;
- raggruppare oggetti primitivi per formare oggetti composti;
- applicare flussi di dati *(streaming)* agli oggetti, allo scopo di modificarne gli attributi (ad esempio una tessitura su un oggetto o parametri di animazione di una faccia sintetica);
- cambiare in maniera interattiva il punto di vista dell'utente nella scena.

La descrizione della scena utilizza diversi concetti ripresi da *VRML (Virtual Reality Modeling Language)*[2], in termini sia di struttura sia di funzionalità dei nodi di composizione degli oggetti, ma li estende per fornire tutte le funzionalità sopra dette.

### *3.3 Descrizione e sincronizzazione dei dati "streaming" per gli oggetti*

I vari oggetti possono essere statici ma possono anche essere variabili nel tempo ed i dati relativi possono giungere in modo "streaming" attraverso uno o più flussi elementari. Tutti i flussi associati ad un oggetto sono identificati da un descrittore di oggetti *(object descriptor)*.

Ogni flusso è caratterizzato da un insieme di descrittori che portano le informazioni di configurazione, ad esempio l'ammontare di risorse di decodifica richieste e suggerimenti circa la qualità di servizio (QoS) che esso richiede per la trasmissione (ad esempio, velocità di trasmissione massima, probabilità di errore, priorità).

[2] *Con VRML si possono rappresentare spazi tridimensionali statici, ma navigabili.*

La sincronizzazione dei flussi elementari viene ottenuta mettendo dei marchi temporali *(time stamp)* sulle singole unità di accesso in cui sono suddivisi i flussi elementari. L'identificazione delle unità di accesso e la relativa apposizione dei time stamp si raggiunge con uno strato di sincronizzazione *(Synchronization layer):* questo strato permette di identificare le unità di accesso (ad esempio quadri video, trame audio, comandi per la descrizione delle scene) nei flussi elementari e consente poi di recuperare la base tempi degli oggetti o della descrizione delle scene permettendone la sincronizzazione.

### *3.4 Trasporto di dati streaming*

Il trasporto sincronizzato dell'informazione streaming dalla sorgente alla destinazione, utilizzando diverse QoS così come sono disponibili dalla rete, è specificato dallo strato di sincronizzazione di cui sopra e da uno strato di trasporto che contiene un multiplex a due livelli, rappresentato in figura 2.

Il primo strato di multiplex è eseguito secondo le specifiche *DMIF (Delivery Multimedia Integration Framework)*, sesta parte dello standard MPEG-4. Questo multiplex può essere realizzato con un multiplex flessibile *(FlexMux)*, che permette di raggruppare Flussi Elementari, detti *ES (Elementary Stream)*, introducendo un basso overhead di multiplex oppure per raggruppare ES con requisiti di QoS simili allo scopo di ridurre il numero di collegamenti di rete o il ritardo dall'inizio alla fine del canale di trasmissione.

Lo strato *TransMux (Multiplex di Trasporto)*, mostrato in figura 2, modella lo strato che offre servizi di trasporto che soddisfano la QoS richiesta. MPEG-4 specifica solo l'interfaccia di questo strato; l'effettiva corrispondenza dei pacchetti di dati e della segnalazione di controllo deve essere però definita dagli Organismi che hanno giurisdizione sui relativi protocolli di trasporto, ad esempio *RTP/UDP/IP (Real Time Protocol/User Datagram Protocol/IP)* o *AAL5/ATM (ATM Adaptation Layer No. 5/ATM)* ovvero il Transport Stream di MPEG-2 su un opportuno protocollo di collegamento *(link layer)*. In questo modo MPEG-4 può essere usato in un'ampia gamma di ambienti.

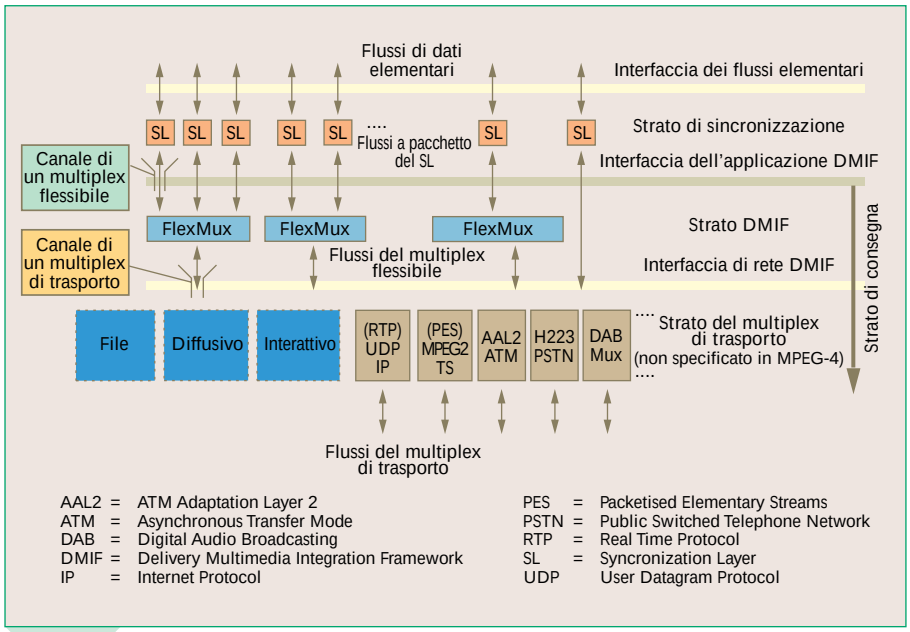



**Figura 2** *Il modello a strati di MPEG-4 System.*

### *3.5 Interazione con gli oggetti*

In generale l'utente osserva una scena composta secondo quanto ideato dall'autore. In funzione del grado di libertà permesso dall'autore, l'utente può interagire in misura maggiore o minore con la scena. Le operazioni che un utente può essere autorizzato a compiere includono:

- il cambio del punto di vista o del punto di ascolto di una scena, ad esempio navigando in essa;
- lo spostamento degli oggetti da un punto all'altro della scena;
- la generazione di una serie di eventi, cliccando su un particolare oggetto, ad esempio facendo partire o fermare una sequenza video;
- la scelta della lingua preferita quando sono disponibili più tracce audio.

Possono anche essere introdotti altri tipi di comportamento: ad esempio squilla un telefono virtuale, l'utente risponde e si stabilisce una comunicazione.

### *3.6 Gestione ed identificazione della Proprietà Intellettuale*

È fondamentale poter individuare la proprietà intellettuale dei diversi oggetti MPEG-4. A questo scopo MPEG-4 incorpora l'identità della proprietà intellettuale con l'uso di identificatori unici che sono emessi da sistemi internazionali di numerazione quali *ISAN (International System of Audio-visual Numbering)* e *ISRC (International Standard Recording Code)*. Questa numerazione può essere applicata per identificare il possessore dei diritti di un dato oggetto.

MPEG-4 offre a coloro che vogliono utilizzare sistemi che controllano l'accesso alla proprietà intellettuale un'interfaccia standardizzata e successivamente integrata a livello di sistema. Con questa interfaccia si possono facilmente amalgamare sistemi proprietari di controllo dell'accesso con la parte standardizzata del decodificatore.

## 4. Descrizione tecnica dello standard MPEG-4

Come mostrato in figura 3, i flussi di dati provenienti dalle rete (o da una memoria locale) come

flussi TransMux sono demultiplati in flussi FlexMux e trasmessi ad apprositi demultiplexer FlexMux che provvedono al recupero dei flussi elementari. Questi ultimi flussi sono analizzati e trasmessi ad appropriati decodificatori. La decodifica recupera i dati in un oggetto audio-video, *AVO (Audio-Visual Object)*, dalla sua forma codificata ed effettua le operazioni necessarie a ricostruire l'AVO originale per la sua rappresentazione sul dispositivo appropriato. Gli AVO sono rappresentati nella loro forma codificata.

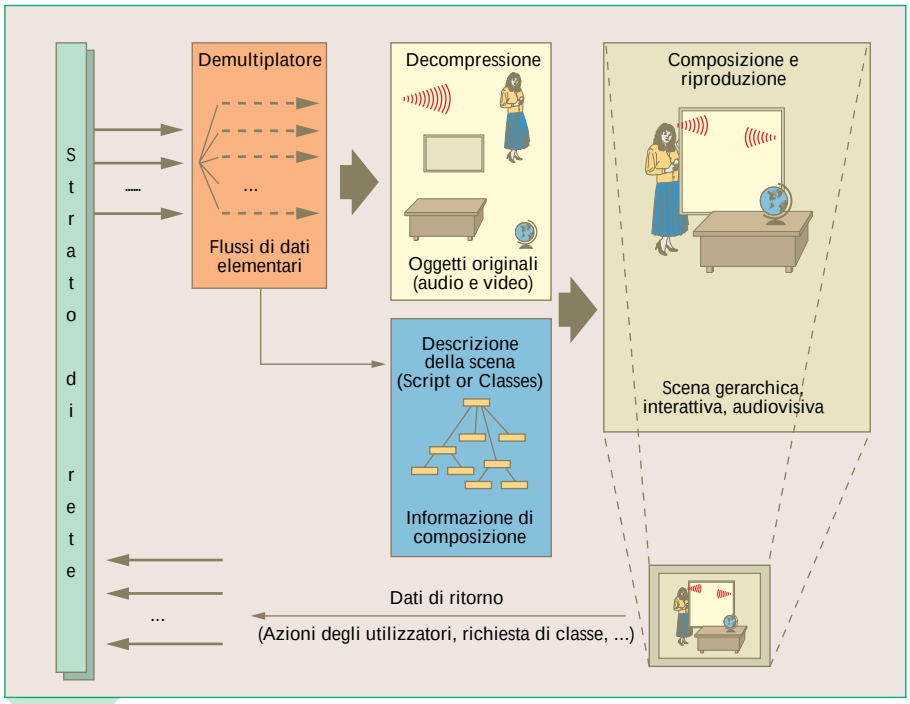



**Figura 3** *Componenti principali di un terminale MPEG-4 (lato ricevitore).*

L'AVO ricostruito è reso disponibile a livello di composizione per un suo eventuale utilizzo durante la ricostruzione e la rappresentazione della scena. Gli AVO decodificati e le informazioni che descrivono la scena sono utilizzati per comporre quest'ultima secondo i desideri dell'autore. L'utente può, per quanto consentito dall'autore, interagire con la scena ricostruita e rappresentata.

### *4.1 La gestione dei flussi di dati multimediali su un sistema di trasporto*

*DMIF (Delivery Multimedia Integration Framework)* è un protocollo di sessione per la gestione di flussi di dati multimediali su un generico mezzo di trasporto. In linea di principio esso è simile all'*FTP (File Transfer Protocol)*. L'unica sostanziale differenza è che FTP ritrasmette dati, mentre DMIF ritrasmette puntatori in corrispondenza dei quali recuperare i dati trasmessi in sequenza.

Quando FTP è in funzione, la prima azione è l'apertura di una sessione con il lato remoto. Vengono successivamente selezionati i file e FTP trasmette la richiesta di scaricarli; l'entità FTP remota *(peer)* provvede poi a trasmetterli su un collegamento separato.

Analogamente, quando DMIF è in funzione, la prima azione è l'apertura di una sessione con il lato remoto. Sono poi selezionate le sequenze, DMIF trasmette la richiesta di trasmissione e l'entità DMIF remota trasmette i puntatori ai collegamenti ai quali devono essere inviate le sequenze stabilendo il collegamento tra loro. DMIF è stato specificato tenendo conto anche della QoS e della *DAI (DMIF Application Interface)* rappresentata in figura 2. La DAI consente all'utente DMIF di specificare i requisiti relativi alla sequenza desiderata. Le specifiche DMIF forniscono indicazioni su come raggiungere tali obiettivi per alcuni tipi di rete, inclusa Internet.

La DAI è anche utilizzata per accedere al materiale diffuso in modo unidirezionale e diffusivo e ai file locali. Per accedere al contenuto multimediale su tutta una gamma di sistemi di trasporto è quindi sufficiente definire una singola interfaccia unificata. L'ambiente di integrazione del DMIF si applica quindi ai tre sistemi principali: interattivi, diffusivi e locali.

L'architettura DMIF è tale per cui le applicazioni che si basano su questo protocollo per la comunicazione non sono legate al metodo di comunicazione sottostante. L'utilizzo del DMIF tiene conto delle caratteristiche del sistema, presentando verso l'applicazione un'interfaccia semplice.

La figura 4 chiarisce il concetto sopra esposto. Un'applicazione accede ai dati attraverso la DAI, indipendentemente dal fatto che questi dati provengano dalla sorgente di trasmissione, dalla memoria locale o da un server remoto. In tutti gli scenari l'applicazione locale interagisce solo attraverso la DAI. Diverse realizzazioni DMIF traducono pertanto le richieste dell'applicazione locale in messaggi specifici da inviare all'applicazione remota, tenendo conto delle caratteristiche peculiari del sistema di trasporto in questione. In maniera analoga, i dati in arrivo al terminale (dai server remoti, dalle reti di diffusione e dai file locali) vengono uniformemente inviati all'applicazione locale attraverso la DAI. È da notare che nel caso diffusivo e locale l'applicazione remota è in realtà o locale o simulata.

### *4.2 Demultiplazione, sincronizzazione e descrizione dei flussi di dati*

I flussi elementari individuali *(Individual Elementary Streams)* devono essere recuperati sullo strato di

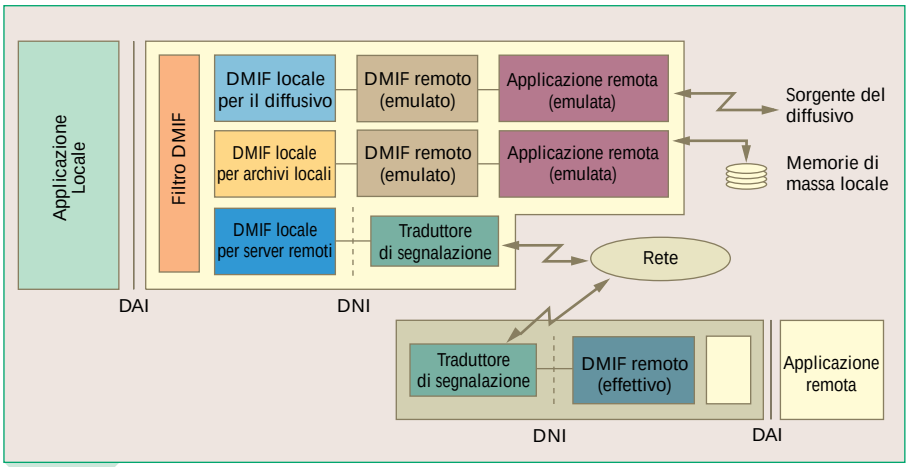



**Figura 4** *Architettura di comunicazione DMIF.*

trasporto dai dati in arrivo da una connessione di rete o da una memoria di massa. Il modello considera ogni connessione di rete o ogni file in maniera omogenea, come un canale del multiplex di trasporto. A seconda dell'applicazione, la demultiplazione è effettuata, parzialmente o completamente, da strati che non rientrano nel campo di definizione di MPEG-4. L'unico strumento di multiplazione definito da MPEG-4 è il FlexMux che può essere utilizzato, se lo si desidera, per la multiplazione con basso ritardo e con basso overhead e per economizzare sulle risorse della connessione di rete.

Per integrare MPEG-4 nell'ambiente specifico, l'interfaccia DAI costituisce il punto di riferimento in corrispondenza del quale è possibile accedere ai flussi elementari come flussi a pacchetti sincronizzati sullo strato. L'interfaccia di rete DMIF, *(DNI - DMIF Network Interface)*, specifica le modalità secondo le quali i flussi a pacchetti *SL (Syncronization Layer)* o i flussi del FlexMux possono essere prelevati dallo strato TransMux, che è l'interfaccia verso le funzionalità di trasporto non definite da MPEG.

*4.3 Codifica degli oggetti audio*

La codifica MPEG-4 degli oggetti audio mette a disposizione strumenti per la rappresentazione sia di suoni naturali - come la voce e la musica - sia sintetici (come note MIDI o grafica 3D). La rappresentazione dei suoni sintetici può essere ricavata da stringhe di caratteri o dalle cosiddette descrizioni degli strumenti e da parametri di codifica che consentono di ottenere effetti come il riverbero e l'effetto spaziale. La rappresentazione dei suoni naturali fornisce la compressione e altre funzionalità, come la scalabilità, cioè la possibilità di avere un audio intelligibile da una porzione del flusso di bit.

Gli strumenti di codifica MPEG-4 Audio che coprono da 6 a 24 kbit/s sono stati sottoposti a prove di verifica per un'applicazione in cui i 6 kHz di un canale audio nella banda AM sono stati utilizzati per la trasmissione di un segnale audio numerico MPEG-4. Queste prove sono state condotte in collaborazione con il consorzio *NADIB (Narrow Band Digital Broadcasting)* che ha lo scopo di definire un formato di trasmissione audio numerico idoneo a migliorare i servizi di modulazione AM ora impiegati. Sono stati provati diversi codec comprendenti strumenti di codifica *CELP (Code Excited Linear Prediction)*, *TwinVQ (Twin Vector Quantisation)*, e *AAC (Advanced Audio Coding)* mettendoli a confronto con un sistema AM di riferimento. Si è trovato che è possibile ottenere, con la stessa banda, una qualità migliore con l'audio MPEG-4 e che i codificatori scalabili offrono prestazioni superiori al "simulcast", con il quale i due segnali sono trasmessi simultaneamente. Nel corso di ulteriori prove di verifica effettuate da MPEG, gli strumenti per la codifica della voce e dell'audio sono stati messi a confronto con gli standard finora normalizzati.

4.3.1 Suono naturale

MPEG-4 standardizza la codifica audio del suono naturale con ritmi binari che vanno da 2 a 64 kbit/s e oltre (figura 5). Quando è consentita la codifica a velocità variabile, è possibile anche la codifica con meno di 2 kbit/s, ad esempio, con una velocità di trasmissione media di 1,2 kbit/s. Lo standard AAC è parte dell'insieme di strumenti MPEG-4. Lo standard MPEG-4 definisce la sintassi della stringa di bit e i

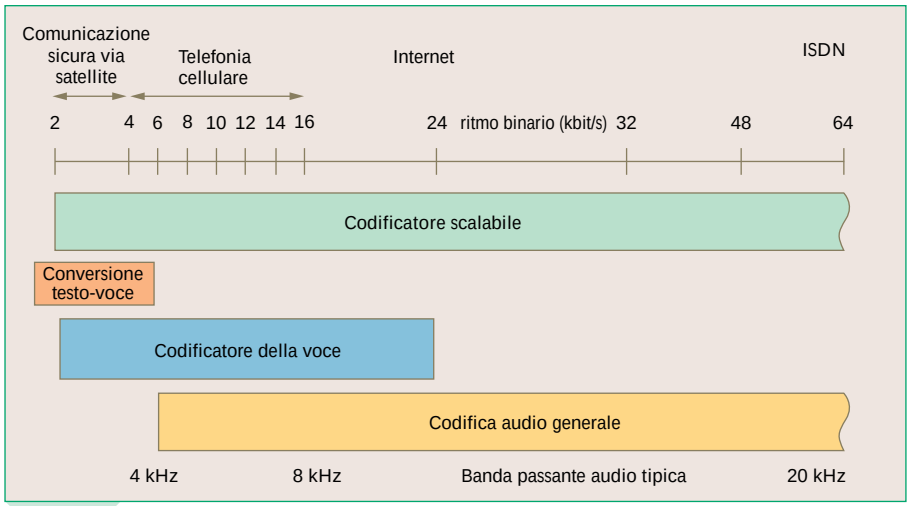



**Figura 5** *Schema a blocchi generale di MPEG-4 Audio.*

processi di decodifica per i vari strumenti. Per ottenere la migliore qualità audio sull'intera gamma di velocità di trasmissione e, allo stesso tempo, per fornire funzionalità extra, le tecniche di codifica della voce e quelle di codifica dell'audio in generale sono state integrate in una struttura comune.

La figura 5 mostra come si possono coprire le diverse velocità di trasmissione.

4.3.2 Suono sintetico

Sono disponibili due tipi di audio sintetico: voce e musica.

*Voce*. Le velocità di trasmissione dei codificatori *TTS (Text To Speech)*, comprese tra 200 bit/s e 1,2 kbit/s, consentono a una stringa di ingresso eventualmente corredata di parametri prosodici (profilo, durata del fonema ...) di generare una voce sintetica intelligibile. È anche fornita la generazione di parametri che possono essere utilizzati per consentire la sincronizzazione con un'animazione facciale associata, l'utilizzo di linguaggi internazionali per il testo e di simboli internazionali per i fonemi. Sono utilizzati altri marcatori per raccogliere le informazioni di controllo contenute nel testo e per inviarle ad altri componenti in modo da sincronizzare il testo con quello sintetizzato. Si noti che MPEG-4 fornisce *un'interfaccia standard* per il funzionamento con il codificatore TTS, ma non un *sintetizzatore*.

*Musica*. Gli strumenti audio strutturati decodificano i dati di ingresso e producono suoni in uscita. Questa decodifica viene guidata da un linguaggio speciale di sintesi detto *SAOL (Structured Audio Orchestra Language)* standardizzato da MPEG-4. Questo linguaggio viene utilizzato per definire un'"orchestra" fatta di "strumenti" (scaricati nel flusso di dati, non definiti dal terminale) che generano ed elaborano i dati di controllo.

MPEG-4 non standardizza "un metodo" di sintesi, ma piuttosto un metodo per descrivere la sintesi. Qualsiasi metodo di sintesi del suono, attuale o futuro, può essere descritto in SAOL.

*4.4 Codifica di Oggetti Video*

Gli oggetti video possono essere di origine naturale o sintetica.

4.4.1 Campitura, immagini e video naturali

Gli strumenti per la rappresentazione di oggetti video naturali nella standard video MPEG-4 forniscono tecniche di base standardizzate che consentono un'efficace memorizzazione, trasmissione e manipolazione di campiture, immagini e dati video utilizzabili in ambienti multimediali. Questi strumenti devono permettere la decodifica e la rappresentazione di unità elementari di immagini e video, dette "oggetti video" o *VO (Video Object)*. Un esempio di VO potrebbe essere costituito da una persona che parla (senza sfondo) che può quindi essere composta con altri *AVO (Audio-Visual Object)* per creare una scena. Le usuali immagini rettangolari sono un caso particolare di questi oggetti.

4.4.2 Oggetti sintetici

Gli oggetti sintetici costituiscono un sottoinsieme della più vasta classe di immagini generate da computer, ad esempio:

- rappresentazione parametrica della faccia e del corpo umano oppure sequenze di animazione della faccia e del corpo umano;
- codifica statica e dinamica dei singoli tasselli con corrispondenza della trama;
- codifica della campitura per le applicazioni dipendenti dal punto di vista dell'osservatore.

4.4.2.1 Animazione della faccia

La faccia è un oggetto suscettibile di essere scomposto in maniera geometrica per essere restituito sullo schermo prima di animarlo. Forma, campitura ed espressioni della faccia sono in genere controllate dalle sequenze contenenti i dati relativi alle serie di parametri di definizione facciale *FDP (Facial Definition Parameter)* e di parametri di animazione facciale *FAP (Facial Animation Parameter)*. All'atto della costruzione, l'oggetto "faccia" contiene un viso generico con un'espressione neutra. Esso è inoltre in grado di ricevere immediatamente dalla sequenza di bit i parametri di animazione che lo rendono vivo: l'espressione, la voce ... I parametri di definizione ricevuti consentono di trasformare la faccia generica in una particolare, definita da forma e, se necessario, da una campitura propria.

4.4.2.2 Maglie animate bidimensionali

Una maglia *(mesh)* a due dimensioni è una suddivisione di una regione piana bidimensionale negli elementi poligonali costituenti. I vertici degli elementi poligonali sono detti *punti nodali* del reticolo. MPEG-4 considera solo le maglie in cui gli elementi sono triangoli. Con *maglia bidimensionale dinamica* si indicano le informazioni relative alla geometria e al movimento di tutti i nodi di una maglia bidimensionale nell'arco dell'intervallo temporale preso in considerazione. Un esempio di maglia bidimensionale è riportato in figura 6. Deformando la maglia, il pesce può essere animato in modo molto

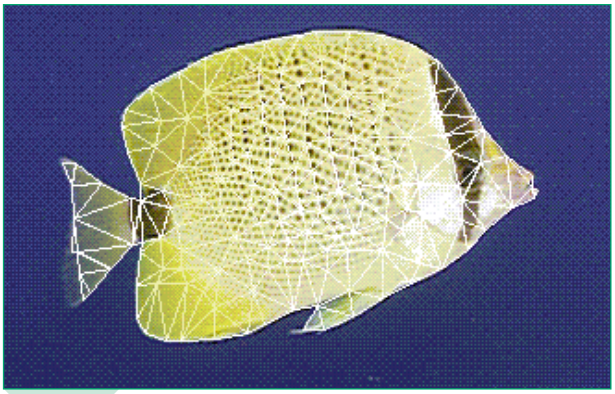


**Figura 6** *Modellazione dell'oggetto video "Abramide" mediante una maglia bidimensionale.*

efficace e può essere fatto "nuotare". Inoltre, sul pesce può essere proiettato un logo che può essere animato e mosso congiuntamente al pesce.

4.4.2.3 Scalabilità dipendente dalla visuale

La scalabilità dipendente dalla visuale tiene conto della posizione di osservazione nel mondo tridimensionale virtuale allo scopo di trasmettere solo l'informazione più visibile. Viene perciò trasmessa solo una frazione dell'informazione, in funzione della geometria dell'oggetto e dello spostamento del punto di osservazione. Questa frazione è calcolata sia dal lato codificatore sia da quello del decodificatore. Questo approccio consente di ridurre considerevolmente la quantità di informazioni trasmesse tra un database remoto e l'utilizzatore, nel caso in cui sia disponibile un canale di ritorno.

4.4.3 Ausilio alle funzionalità convenzionali, basate sul contenuto

Lo standard video MPEG-4 consente di decodificare immagini fisse e video aventi sia la forma rettangolare convenzionale sia una forma qualsiasi. Questo concetto è mostrato nella figura 7.

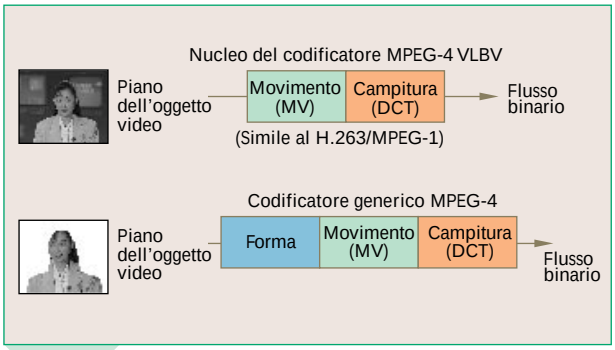



**Figura 7** *Codificatore di base VLBV (Very Low Bitrate Video) e codificatore MPEG-4 generico.*

Il ramo superiore della figura rappresenta un normale codificatore video, quale quello indicato nella Raccomandazione ITU-T H.263, mentre nel ramo inferiore viene indicata l'estensione alla codifica per oggetti.

La figura 8 mostra invece il concetto che sta alla base della codifica di una sequenza video MPEG-4 utilizzando un'immagine panoramica. Si assume che l'oggetto in primo piano (il tennista, immagine in alto a destra) possa essere separato dallo sfondo e che l'immagine del panorama possa essere estratta dalla sequenza prima della codifica. (Un panorama in fase di elaborazione è un'immagine fissa che descrive sotto forma di immagine statica il contenuto dello sfondo su tutti i fotogrammi della sequenza). La grande immagine panoramica viene trasmessa al ricevitore solo una volta come primo fotogramma della sequenza per descrivere lo sfondo; il resto dell'immagine è memorizzato in un apposito buffer del decodificatore. In ciascun fotogramma successivo solo i parametri della telecamera relativi allo sfondo vengono trasmessi al ricevitore. Nel ricevitore è così possibile ricostruire l'immagine dello sfondo per ciascun fotogramma della sequenza basata sull'elaborazione del panorama. L'oggetto in movimento in primo piano è trasmesso separatamente come oggetto video di forma arbitraria. Il ricevitore compone insieme l'immagine in primo piano e quella dello sfondo per ricostruire ogni singolo fotogramma.

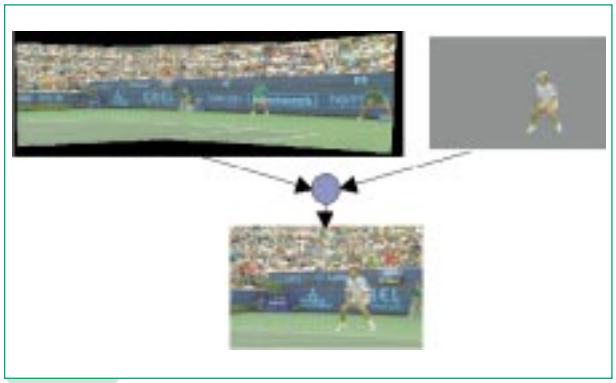


**Figura 8** *Esempio di codifica di una sequenza video con tecnica di sovrapposizione di un'immagine in movimento su una fissa.*

4.4.4 Codifica delle campiture e delle immagini fisse

MPEG-4 permette un'efficace codifica delle campiture video e delle immagini fisse con il modo texture. Questo modo si basa su un algoritmo *wavelet zerotree* che garantisce un'efficacia di codifica molto elevata in un'ampia gamma di velocità di trasmissione. Oltre all'efficacia di un'elevata compressione, esso offre anche una scalabilità sia spaziale (fino a 11 livelli) sia di qualità (continua); inoltre essa permette la codifica di oggetti di forma arbitraria. La formulazione wavelet consente la codifica della sequenza scalabile sotto forma di una piramide di risoluzione dell'immagine per la progressiva trasmissione e il miglioramento temporale delle immagini fisse. Questa tecnologia consente alla scalabilità della risoluzione di adattarsi ad un'ampia gamma di condizioni di osservazione tipiche delle applicazioni interattive e alla mappatura delle immagini nei mondi virtuali bi e tridimensionali.

4.4.5 Codifica scalabile di oggetti video

MPEG-4 permette la codifica di immagini e oggetti video con scalabilità spaziale e temporale, sia aventi la tradizionale forma rettangolare sia una forma arbitraria. La scalabilità si riferisce alla capacità di decodificare solo una parte della sequenza di dati e di ricostruire immagini o sequenze di immagini con:

- una ridotta complessità del decodificatore e quindi qualità più bassa;
- una ridotta risoluzione spaziale;
- una ridotta risoluzione temporale;
- eguale risoluzione spaziale e temporale, ma di qualità più bassa.

Queste funzioni sono richieste per la codifica

progressiva delle immagini e del video su reti eterogenee, così come per applicazioni nelle quali il ricevitore non deve o non è in grado di visualizzare immagini o sequenze video a piena risoluzione o alla massima qualità. Questo caso si verifica, ad esempio, quando è limitata la potenza di elaborazione o la risoluzione video.

Per la decodifica delle immagini fisse, lo standard MPEG-4 offre una scalabilità spaziale con un massimo di 11 livelli di granularità e una scalabilità della qualità fino a livello di bit. Per le sequenze video sono gestiti fino ad un massimo di 3 livelli di granularità.

4.4.6 Robustezza in ambienti soggetti ad errori

MPEG-4 offre una robustezza e una capacità di recupero degli errori tali da consentire l'accesso a immagini o ad informazioni video per un'ampia gamma di mezzi di trasmissione e di memorizzazione di massa. In particolare, a causa della rapida espansione delle comunicazioni mobili, è estremamente importante che l'accesso alle informazioni audio e video sia disponibile attraverso questo tipo di reti. È quindi necessario di utilizzare algoritmi di compressione audio e video in ambienti soggetti a errori a basse velocità di trasmissione (inferiori a 64 kbit/s).

*4.5 Descrizione della scena*

Oltre a permettere la codifica degli oggetti individuali, MPEG-4 fornisce anche gli strumenti per comporre una serie di tali oggetti in una scena. Le informazioni necessarie per la composizione costituiscono la descrizione della scena, che viene codificata e trasmessa con gli oggetti.

Per facilitare lo sviluppo di strumenti di creazione, manipolazione e interazione, le descrizioni delle scene sono codificate indipendentemente dagli oggetti primitivi. Particolare cura viene riservata all'identificazione dei parametri relativi alla descrizione della scena. Questo è fatto differenziando i parametri utilizzati per migliorare l'efficienza della codifica di un oggetto (ad esempio, i vettori di movimento negli algoritmi di codifica video) e quelli utilizzati per modificare un oggetto (ad esempio, la posizione di questo in una scena). Poiché MPEG-4 consente la modifica di quest'ultima serie di parametri senza dover decodificare gli stessi oggetti primitivi, i parametri sono inseriti nella descrizione della scena e non negli oggetti primitivi.

*4.6 Interazione con l'utilizzatore*

MPEG-4 consente all'utilizzatore di interagire con il contenuto presentato. Questa interazione può essere suddivisa in due categorie principali: lato terminale e lato server. L'interazione lato terminale comporta la manipolazione del contenuto, effettuata localmente sul terminale a disposizione dell'utilizzatore e può essere di diversi tipi. In particolare, la modifica di un attributo di un nodo che descrive una scena, ad esempio il cambiamento della posizione di un oggetto, il renderlo visibile o invisibile, la variazione delle dimensioni dei caratteri di un testo sintetico possono essere ottenute operando sugli oggetti presenti nel terminale. Questo tipo di interazione non richiede di essere standardizzato. L'interazione con il server richiede invece la definizione di un protocollo di colloquio tra l'utilizzatore ed il server.

*4.7 Identificazione e protezione dei Diritti di Proprietà Intellettuale legati al contenuto*

MPEG-4 fornisce meccanismi per la protezione dei diritti di proprietà intellettuale, cioè degli *IPR (Intellectual Property Rights)*. Questo obiettivo è raggiunto incorporando negli oggetti codificati una serie opzionale di dati identificativi della proprietà intellettuale *IPI (Intellectual Property Identification)*, che hanno informazioni relative al contenuto e puntatori ai possessori dei diritti. I dati, se presenti, fanno parte di un descrittore di flusso elementare che descrive il flusso di dati associato ad un oggetto. L'assegnazione di questa serie di dati consente di realizzare meccanismi per il controllo, la sorveglianza, la fatturazione e la protezione contro la copiatura.

Diverso è il caso in cui gli oggetti stessi sono stati protetti con algoritmi di cifratura *IPMP (Intellectual Property Management and Protection)*. MPEG-4 consente di utilizzare sistemi IPMP specifici per un dato dominio, ma non standardizza i sistemi IPMP stessi.

*4.8 Informazioni relative al contenuto di un oggetto*

MPEG-4 consente di associare ad un oggetto informazioni relative al suo contenuto. Gli utilizzatori dello standard possono usare questa sequenza *OCI (Object Content Identifier)* per inviare informazioni di testo insieme al contenuto MPEG-4. È inoltre possibile classificare il contenuto secondo tabelle prestabilite, definite al di fuori di MPEG.

## 5. Profili in MPEG-4

MPEG-4 offre un'ampia serie di strumenti per la codifica di oggetti audio-video. Per consentire l'efficace introduzione dello standard, sono stati identificati sottoinsiemi degli strumenti di sistema, video e audio MPEG-4, che possono essere utilizzati per applicazioni specifiche. Questi sottoinsiemi, detti profili, limitano il numero ed il tipo di strumenti che un decodificatore deve utilizzare. Per ciascuno di questi Profili sono stati definiti uno o più livelli, che limitano la complessità di calcolo richiesta. L'approccio è simile a quello di MPEG-2 Video, in cui la combinazione più nota di Profilo/Livello è *Main Profile @ Main Level*. Una combinazione Profilo @ Livello consente ad un costruttore di terminali di realizzare solo la parte dello standard necessario, pur mantenendo l'interoperabilità con gli altri dispositivi MPEG-4 che fanno parte della stessa combinazione e, allo stesso tempo, di verificare se i dispositivi MPEG-4 sono conformi allo standard *(verifica di conformità)*.

LO STANDARD MPEG

**Questo è il testo che compare in tutti i moduli software sviluppati. Nel testo <MPEG standard> va sostituito con lo specifico standard e inoltre <FN> = First Name, <LN> = Last name, <CN> = Company Name.**

**"This software module was originally developed by <FN1> <LN1> (<CN1>) and edited by <FN2> <LN2> (<CN2>), <FN3> <LN3> (<CN3>), ... in the course of development of the <MPEG standard>. This software module is an implementation of a part of one or more <MPEG standard> tools as specified by the <MPEG standard>. ISO/IEC gives users of the <MPEG standard> free license to this software module or modifications thereof for use in hardware or software products claiming conformance to the <MPEG standard>. Those intending to use this software module in hardware or software products are advised that its use may infringe existing patents. The original developer of this software module and his/her company, the subsequent editors and their companies, and ISO/IEC have no liability for use of this software module or modifications thereof. Copyright is not released for non <MPEG standard> conforming products. <CN1> retains full right to use the code for its own purpose, assign or donate the code to a third party and to inhibit third parties from using the code for non <MPEG standard> conforming products. This copyright notice must be included in all copies or derivative works. Copyright © 199_".**

## 6. La versione 2 di MPEG-4

Quanto descritto finora costituisce la cosiddetta versione 1 dello standard MPEG-4: un robusto insieme di tecnologie la cui maturità fu decisa nell'ottobre del 1998, quando la versione 1 fu approvata. Queste tecnologie già soddisfano un largo spettro di requisiti e consentono di realizzare significative applicazioni; altre tecnologie tuttavia sono state standardizzate con la versione 2 che sarà approvata a dicembre 1999[3].

### *6.1 Sistemi*

La versione 2 dello standard MPEG-4 estende la versione 1 per trattare problemi quali l'interazione, il supporto Java (MPEG-J) ed un formato di file per la memorizzazione del contenuto MPEG-4.

#### 6.1.1 Formato di file MPEG-4

Il formato di file MP4 è studiato per contenere le informazioni multimediali di una presentazione MPEG-4 in un formato flessibile, estendibile e che faciliti l'interscambio, la gestione, l'editing e la presentazione del contenuto. La presentazione può essere "locale" rispetto al sistema che la contiene o attraverso una rete o un altro meccanismo di trasporto. Il progetto si basa sul formato QuickTime® di Apple Computer Inc.

#### 6.1.2 MPEG-J

In MPEG-J sono definite delle *API (Application Programming Interface)* per l'interazione dei dispositivi MPEG-4 con il codice Java che fa parte dell'applicazione stessa. Combinando le informazioni multimediali MPEG-4 con un codice eseguibile sicuro, i creatori del contenuto possono incorporare complessi meccanismi di controllo e di elaborazione di dati nel contenuto in modo da poter gestire in maniera sofisticata lo svolgimento della sessione audio-video.

### *6.2 Video*

La parte video dello standard MPEG-4 è stata dotata di strumenti relativi ai campi trattati qui di seguito.

#### 6.2.1 Video naturale

- maggiore flessibilità nella codifica scalabile basata sugli oggetti;
- maggiore efficienza di codifica, specialmente per applicazioni a velocità di trasmissione molto basse che richiedono decodificatori semplici;
- maggiore robustezza agli errori.

#### 6.2.2 Animazione del corpo

Il corpo è un oggetto in grado di produrre modelli virtuali e animazioni sotto forma di serie di maglie poligonali tridimensionali pronte per la visualizzazione sullo schermo. Per il corpo vengono definite due serie di parametri: l'insieme di parametri di definizione del corpo, *BDP (Body Definition Parameter)* e l'insieme di parametri di animazione del

(3) *Quest'articolo è stato redatto in giugno del 1999 (n.d.r.).*

corpo, *BAP (Body Animation Parameter)*. L'insieme BDP definisce l'insieme di parametri per trasformare il corpo generale in uno personalizzato con superficie, dimensioni e in via opzionale campiture (esattamente come per la faccia) proprie. I parametri BAP, se correttamente interpretati, producono risultati di alto livello, ragionevolmente simili in termini di atteggiamento e animazione del corpo su differenti modelli, senza la necessità di una taratura iniziale del modello.

6.2.3 Codifica di maglie tridimensionali

La versione 2 di MPEG-4 fornisce una serie di strumenti per la trasmissione codificata degli elementi dei modelli a tre dimensioni. Le caratteristiche della codifica di questi modelli includono:
- la codifica di maglie tridimensionali generiche;
- la scalabilità del livello di dettaglio o *LOD (Level of Detail)* utile quando il punto di vista di un oggetto si avvicina;
- le maglie tridimensionali geometriche progressive.

*6.3 Audio*

La versione 2 di MPEG-4 gestisce le seguenti funzioni audio addizionali:
- la capacità di recupero dell'errore;
- effetti di audio spazializzato;
- la codifica audio con basso ritardo.

*6.4 DMIF*

La versione 2 del *DMIF (Delivery Multimedia Integration Framework)* risponde alle seguenti esigenze:
- l'estensione del DMIF all'impiego con sistemi di radiomobile;
- la definizione della QoS nel caso di perdita di unità di accesso e di ritardo sulla DAI;
- la possibilità di avere connessioni con livelli di QoS eterogenee concordati tra le parti;
- le funzionalità del terminale e del server completamente simmetriche;
- le connessioni da terminale a terminale anche attraverso reti eterogenee.

## 7. Il software di MPEG-4 come Open Source Software (OSS)

Nel 1996 allo scrivente apparve chiaro che MPEG-4 sarebbe stato uno standard diverso da MPEG-1 ed MPEG-2. Gli strumenti software, i soli usati, e con un approccio del tutto innovativo, per lo sviluppo di questi due standard, avrebbero continuato a giocare un ruolo fondamentale nello sviluppo di MPEG-4, ma le realizzazioni software sarebbero state prevalenti rispetto a quelle hardware tipiche delle prime fasi di MPEG-1 e MPEG-2 (questo non è più così vero oggi, visto il gran numero di realizzazioni puramente software di questi due standard ad esempio per l'ambiente dei personal computer). A questo punto lo scrivente si pose il quesito: se aveva ancora senso continuare con i passi fin allora seguiti per gli altri standard e cioè:
- descrizione testuale di partenza;
- realizzazione software del prototipo;
- ottimizzazione del software;
- traduzione dal software al testo.

In MPEG-1 e MPEG-2 solo la traduzione testuale è diventata standard, ha cioè valore normativo. Lo scrivente si chiese allora se piuttosto non convenisse dare anche lo status di standard al software ottimizzato, dando per scontato che, al momento, era ancora indispensabile attribuire valore normativo anche alla parte testuale.

Dietro queste considerazioni in realtà si celavano anche altri obiettivi:
a) la necessità di non disperdere preziose energie costringendo tutti i partecipanti a realizzare la piattaforma di simulazione codificatore-decodificatore, in quanto l'ambito di MPEG-4 era molto più ampio di quello relativo ai due precedenti standard. Se si fosse realizzata una singola piattaforma si sarebbero liberate cospicue risorse per l'ottimizzazione delle varie componenti;
b) favorire la collaborazione tra i partecipanti, utilizzando lo spirito gregario dei tecnici informatici, quando questi lavorano su un codice sorgente condiviso;
c) aumentare il controllo sulla qualità dello standard agendo non solo sul testo ma anche sulla sua realizzazione software;
d) aumentare soprattutto, infine, le prospettive di adozione dello standard facendo in modo che l'industria disponesse di una realizzazione software completa dello standard.

Con una buona dose di *arm-twisting* attuata sugli elementi più conservatori di MPEG (ad esempio un grosso costruttore europeo di apparati di telecomunicazione) lo scrivente riuscì a far passare il principio che portò ad una realizzazione "sui generis" di un progetto *OSS (Open Source Software)*.

Più precisamente è stato deciso che:
- qualsiasi componente normativa *(decoder)* e informativa *(encoder)* dello standard deve essere realizzata in software. Questo significa che chi fa una proposta deve fornire il codice sorgente e rilasciare il copyright del codice all'ISO, pur conservandone la disponibilità. L'ISO fornisce a richiesta licenza gratuita dell'uso del codice anche per utilizzi commerciali in prodotti che sono conformi allo standard. La licenza per i brevetti è ovviamente esclusa e va ottenuta a parte;
- per ogni sezione dello standard è individuato un gestore del codice: così, ad esempio, Microsoft per il video in C++; il progetto MoMuSys per il video in C; Fraunhofer per l'audio naturale; MIT per Structured Audio (audio sintetico); ETRI per l'interfaccia Text-to-Speech; Optibase per il cosiddetto Core (la parte di codice su cui si innestano tutti i media decoder), Apple per il cosiddetto MPEG-4 File Format, IBM ed EPFL per parti diverse del codificatore di maglie tridimensionali;
- per ogni sottosezione è individuato un responsabile della gestione degli esperimenti che portano all'accettazione o al rifiuto di un particolare strumento di codifica. Il risultato è integrato nel codice dal responsabile di tutto il codice di quella parte;

- a differenza dei progetti sugli OSS tradizionali, possono partecipare al progetto solo i membri MPEG e ciascuno di essi può segnalare la presenza di inconvenienti sul codice o fornire versioni ottimizzate. Questa procedura può apparire una limitazione, ma è giustificata dalla differenza rispetto ad altri progetti OSS: il far "passare" una porzione di codice piuttosto che un'altra può comportare la presenza o l'assenza di un certo brevetto, spesso l'unico incentivo, visto che MPEG non è un "Ente di beneficenza", per far lavorare qualche tecnico che lavora per un'azienda allo sviluppo dello standard;
- per i *media decoder*, dopo lo sviluppo di una versione con il codice sorgente, sono state accettate donazioni del codice oggetto in forma di *DLL (Dynamic Link Library)* con interfacce normalizzate per permettere ai partecipanti di avere dimostrazioni in tempo reale dello standard. Questa procedura è stata, ad esempio, seguita per il video (da Deutsche Telekom) e per l'audio (da Fraunhofer);
- con le stesse modalità sono stati resi disponibili in maniera gratuita da IBM e da ENST due prototipi di strumenti di *authoring* per sviluppare applicazioni MPEG-4 da utilizzare nei programmi di decodifica.

La valutazione dell'esperienza è quindi decisamente positiva. Una limitazione è naturalmente dovuta alla partecipazione al progetto OSS, permessa solo a quanti hanno aderito a MPEG; ma questo vincolo non è in fondo molto importante se si pensa all'elevato numero di partecipanti.

## 8. Conclusioni

L'approvazione di MPEG-4 è giunta in un momento chiave di sviluppo delle telecomunicazioni. Da una parte l'impetuoso sviluppo della telefonia mobile suggerisce di aggiungere altri media quali il video. MPEG-4 è stato progettato per resistere alle severe condizioni di errore dei canali mobili e infatti numerosi prodotti sono stati già annunciati. Da un'altra il Web presenta sempre nuove occasioni per offrire servizi innovativi: oggi la vendita di musica in forma protetta, domani spazi di incontri virtuali popolati da avatar, dopodomani ancora portali con interfacce d'accesso multimodali. Infine l'istallazione di xDSL dà finalmente la possibilità di portare l'informazione video agli utenti Internet: naturalmente non il film che gli utenti continueranno a vedere da satellite o da CATV, ma applicazioni multimediali interattive quali, ad esempio, la presentazione di prodotti, la pubblicità personalizzata, siti Web multimediali creati da utenti comuni. Si è in presenza oggi di un fervore di iniziative nell'industria per sviluppare prodotti e servizi che mirano a tutte queste applicazioni e ad altre ancora. Lo CSELT, che ha presidiato lo sviluppo dello standard e sviluppato alcuni prodotti è diventato uno dei punti di riferimento di questi sviluppi.

Nel frattempo MPEG non è rimasto fermo. Lo sviluppo dello standard MPEG-7, per l'indicizzazione automatica e la ricerca di informazione audio e video procede a tappe forzate con l'obiettivo di una approvazione finale a settembre del 2001. A ottobre 1999 lo scrivente ha lanciato la proposta di un nuovo standard a cui è già stato dato il nome: MPEG-21.

*La biografia di Leonardo Chiariglione è riportata a pagina 85.*

### Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| AAC | Advanced Audio Coding |
| AAL | ATM Adaptation Layer |
| API | Application Programming Interface |
| ATM | Asynchronous Transfer Mode |
| AVO | Audio-visual Object |
| BAP | Body Animation Parameter |
| BDP | Body Definition Parameter |
| CATV | Community Antenna Television |
| CELP | Code Excited Linear Prediction |
| DAB | Digital Audio Broadcasting |
| DAI | DMIF Application Interface |
| DLL | Dynamic Link Library |
| DMIF | Delivery Multimedia Integration Framework |
| DNI | DMIF Network Interface |
| DSL | Digital Subscriber Line |
| ES | Elementary Stream |
| FAP | Facial Animation Parameter |
| FDP | Facial Definition Parameter |
| FTP | File Transfer Protocol |
| IP | Internet Protocol |
| IPI | Intellectual Property Identification |
| IPMP | Intellectual Property Management and Protection |
| IPR | Intellectual Property Rights |
| ISAN | International System Audio-visual Numbering |
| ISRC | International Standard Recording Code |
| LOD | Level of Detail |
| MIDI | Musical Instrument Digital Interface |
| NADIB | Narrow Band Digital Broadcasting |
| OCI | Object Content Identifier |
| OSS | Open Source Software |
| PES | Packetised Elementary Streams |
| PSTN | Public Switched Telephone Network |
| QoS | Quality of Service |
| RTP | Real Time Protocol |
| SAOL | Structured Audio Orchestra Language |
| SL | Syncronization Layer |
| TTS | Text To Speech |
| UDP | User Datagram Protocol |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunication System |
| URL | Universal Resource Locator |
| VLBV | Very Low Bitrate Video |
| VO | Video Object |
| VQ | Vector Quantisation |
| VRML | Virtual Reality Modeling Language |

*[n.d.r.] Ci auguriamo che Leonardo Chiariglione voglia continuare a tenerci al corrente con nuovi articoli su questi eccitanti sviluppi innovativi.*

# L'incontro annuale sul futuro delle TLC

FITCE '99 "Networking the future"

Utrecht, 24-28 agosto 1999

*Antonino Calantoni, Claudio Crociati, Giuseppe Selvaggi*

"Benvenuti a Utrecht. Una città dove passato e presente vivono insieme in un'interessante atmosfera da vivere e da gustare". Questo è stato il suggestivo saluto che ha accolto i 520 partecipanti al 38° Congresso FITCE che ha avuto luogo a Utrecht dal 24 al 28 agosto 1999 sul tema "Networking the Future".

## 1. Considerazioni iniziali

Oltre al passato e presente, per parafrasare il benvenuto di apertura, la visione del futuro è stata mostrata dai relatori provenienti da Paesi europei e per la prima volta dagli Stati Uniti, che hanno fornito il loro punto di vista sui prossimi sviluppi delle Telecomunicazioni, ben sapendo che il successo nel mondo competitivo delle TLC è sempre più legato alla capacità di *vedere quello che ancora non c'è!*
La rete di telecomunicazione ha costituito il cardine attorno al quale sono stati sviluppati i diversi temi affrontati dagli autori delle memorie: anzitutto la rete vista dal lato degli investimenti che devono essere mirati a sfruttare le reali opportunità di business e quindi devono essere orientati a soddisfare l'insieme delle esigenze già espresse e quelle che ancora non hanno avuto modo di manifestarsi. Questo nuovo approccio richiede un riesame della rete dopo l'introduzione di nuove tecnologie - tra le quali IP gioca un ruolo centrale - con l'obiettivo di pervenire ad un'unica piattaforma di rete multiservizi ma con la consapevolezza che nel periodo transitorio è necessario garantire l'interoperabilità tra architetture e tecnologie di reti differenti, in modo da salvaguardare gli investimenti già effettuati. Molti autori hanno perciò affrontato il nodo cruciale riguardante la realizzazione di sistemi di gestione adeguati a una rete molto evolutiva. In questo contesto è stata posta una particolare attenzione al mercato, che si è manifestata attraverso l'individuazione sia dei possibili motori dello sviluppo del mercato sia delle opportunità di business già presenti e ancora non completamente sviluppate.



Un canale di Utrecht. In questa città sono state tenute le 38° Giornate Europee delle Telecomunicazioni.

## 2. Cosa è emerso nel Congresso

Numerose sono state le conclusioni emerse nelle quarantadue memorie presentate nelle tredici sessioni in cui è stato organizzato il Congresso. In questa nota, nell'ambito di ciascuna sessione, è stato dato un maggior spazio alle presentazioni relative ai contributi più significativi al tema in esame.

### *2.1 Convergenza tra fonia e dati*

La memoria *The Internet: Business Efficiencies of Merged Voice and Data Communications* ha aperto i lavori della sessione introduttiva *Voice/Data Convergence* del 38° Congresso FITCE. Il lavoro, per la prima volta nella storia del Congresso, è stato presentato da due relatori provenienti dagli Stati Uniti, Francis Pereira e Elizabeth Fife dell'Università di Southern California. La memoria presenta, in termini numerici, il business di alcune aziende americane che fanno di Internet un protagonista del proprio successo. Gli autori hanno sottolineato la necessità che, sotto la spinta dell'innovazione e in particolare della convergenza tra fonia e dati, siano rivisti la struttura ed i processi aziendali per orientarsi verso la realtà del nuovo mercato.
Le memorie *Voice Over IP for Corporate Users* di Edwin van Tricht e Cor Quist della KPN Research e *Feasibility of Non Intrusive Monitoring of Voice Call Quality in Internet Telephony* di Alwyn Lewis e Simon Broom della British

Telecommunications plc, presentate dopo la relazione introduttiva, analizzano le problematiche tecniche della convergenza tra la voce e i dati e successivamente hanno concentrato l'attenzione al trasporto della *Voce su IP (VoIP)* e alle possibili tecniche di monitoraggio non intrusivo della qualità del servizio fonico su IP. Sono stati presentati dagli autori diversi possibili campi di impiego di questa tecnologia, tra i quali ad esempio VoIP su LAN, ovvero VoIP su WAN; sono state poi sottolineate tutte le limitazioni di funzionamento in termini qualitativi che la fonia su IP oggi ancora comporta.
Va però ricordato che questo costituisce l'obiettivo a cui tendere: la possibilità di realizzare su un'unica piattaforma di rete che vede l'IP come protocollo, una molteplicità di servizi finora forniti da reti distinte ed a cui poter accedere da punti differenti e con diverse modalità (fissa o mobile).

*2.2 Comunicazioni mobili*

Nel corso della sessione *Mobile Communication*, e in particolare con la memoria introduttiva *Towards the Needs of Third-Generation Systems: Planning the Evolution of The GSM Platform* di Wolfgang Groenen della Lucent Technologies, è stato presentato il mercato - oggi in grande espansione - della telefonia mobile mettendo in evidenza la crescita esponenziale degli utilizzatori della rete GSM e degli altri standard finora disponibili sul mercato, prima di arrivare ai sistemi radiomobili di terza generazione: l'*UMTS (Universal Mobile Telecomunication System)*.
Gli autori sono partiti da un'analisi sulle necessità non ancora soddisfatte dalla rete GSM prima di sviluppare un nuovo sistema in grado di recepirle e in grado anche di adattarsi alla continua crescita e variabilità della domanda finale (figura 1).
L'idea di fondo del progetto UMTS prevede di unificare (con un dato livello di integrazione) i diversi sistemi esistenti, in modo da disporre di un'unica interfaccia radio che consenta a un utente l'accesso a una piattaforma di rete, attraverso un unico terminale, in grado di fornire tutti i servizi concordati tra i singoli fornitori e gli utilizzatori terminali.
Il sistema UMTS garantirà, in ogni ambiente, servizi di fonia e di dati a differenti categorie di utenza mobile e con diverse caratteristiche di traffico e di mobilità.
Il sistema dovrà, inoltre, essere in grado di offrire prestazioni - in termini di qualità e di capacità trasmissive - paragonabili a quelle della rete fissa e ad altre specifiche dell'utenza mobile.
I servizi offerti copriranno una vasta gamma di possibilità, sino a comprendere, ad esempio, quelli caratterizzati da velocità di cifra pari a 2 Mbit/s.
La tecnica di accesso prevista per il sistema UMTS è la *CDMA (Code Division Multiple Access)*, attraverso la quale tutte le chiamate in corso, in una determinata area geografica, possono utilizzare l'intera banda a disposizione e per un qualunque intervallo di tempo, potendo essere distinte dal particolare codice con cui sono state allocate in frequenza.
Questa tecnica di accesso permette di condivi-

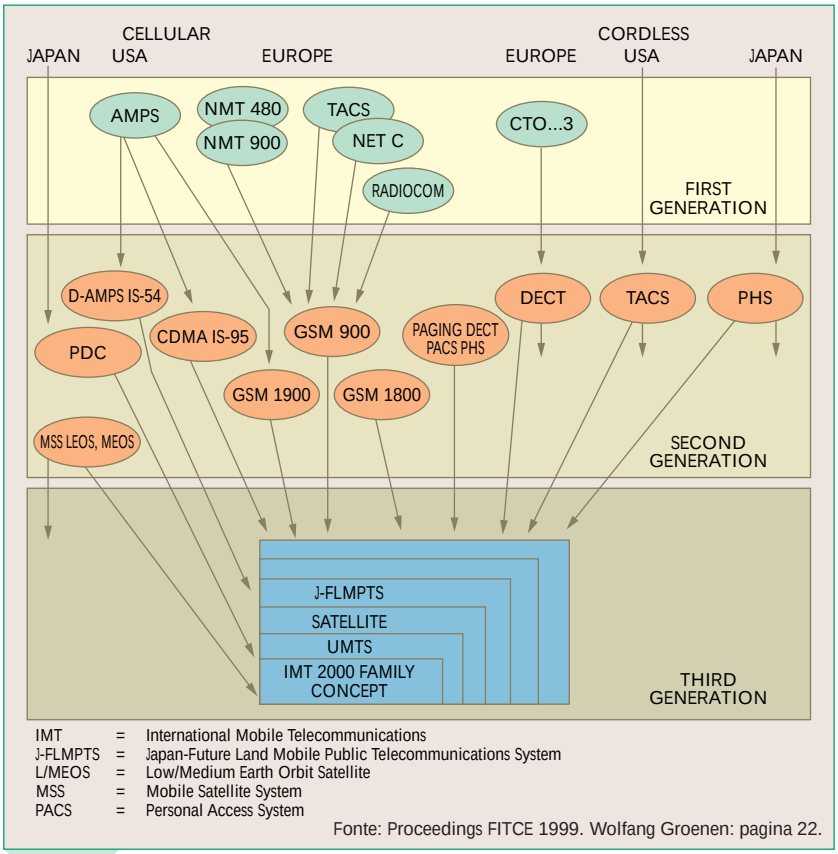



**Figura 1** *Evoluzione verso i sistemi radiomobili di terza generazione.*

dere l'intero spettro radio da parte di tutti gli utenti nelle singole celle e non richiede nessuna pianificazione delle frequenze; aumentano così le prestazioni dei sistemi mobili in termini di densità d'utenza servita e di flessibilità nell'assegnazione delle risorse, in quanto la capacità del sistema dipende solo dall'interferenza prodotta da ogni singola comunicazione.

*2.3 Gestione della Rete*

La terza sessione *Managing the Network* ha affrontato il problema della gestione della rete multiservizio, individuando con questa tematica uno degli obiettivi di maggior rilievo dei gestori di telecomunicazioni.
La continua evoluzione dei servizi e delle possibilità tecnologiche richiede, infatti, una gestione dinamica e agevole della rete consentendo altresì ai gestori delle reti di telecomunicazione il massimo impiego delle infrastrutture di rete da essi gestite.
Ed è così che Baudouin Boreux della Lucent Technologies nella memoria *The Need for Inter-Domain Management to Control the Network of the Future* ha messo in luce la necessità di uno strato intermedio di gestione che si frappone fra le infrastrutture di rete di telecomunicazioni ed i processi di fornitura e gestione dei servizi in modo da garantire un'agevole configurazione e controllo della rete.
Particolarmente interessante è stata poi la memoria presentata da Vittorio Gelmi della Sirti *Preventive Maintenance: Using Data Mining System*, che ha descritto un sistema di intelligenza artificiale in grado di aiutare l'operatore nell'individuare e prevenire i guasti attraverso l'analisi e la correlazione degli allarmi generati, diversamente difficile da definire da parte dell'operatore.

*2.4 Interoperabilità tra reti*

La quarta sessione *Futures* ha, invece, affrontato il tema dell'interoperabilità tra differenti reti e servizi che deve essere realizzata non solo a livello di infrastrutture di trasporto ma anche a livello di controllo, così come indicato da Alessandro Farnesi (CSELT), Romolo Pietroiusti (Telecom Italia) e Enzo Garetti (CSELT) con la memoria *Network and Service Interoperability in the Infocom Era*.
Questa esigenza nasce dalla necessità di fornire servizi avanzati attraverso differenti reti, nella prospettiva di un'integrazione in un'unica piattaforma di rete dove convergeranno dati, fonia e servizi multimediali; essa permette di muoversi verso le *Comunicazioni Personali*, vale a dire la possibilità di disporre di quei servizi di telecomunicazioni definiti in sede di contratto col gestore, indipendentemente da tipo, punto e modalità di accesso alla rete.
Nell'ambito di questa sessione è stata anche trattata l'evoluzione delle tecnologie di trasporto in particolare nelle memorie *Network Evolution Towards the Optical Network* presentata da Eugenio Stefanotti e Claudio Chiarenza, entrambi della Italtel, e *The evolution of the Optical Transport Network* proposta da Mario Pagani dell'Alcatel.
In entrambe le memorie i relatori hanno sottolineato come la necessità di disporre di bande sempre più ampie sia uno degli elementi di maggior interesse per i gestori di reti di telecomunicazioni, e hanno individuato nella gerarchia sincrona il miglior candidato a rispondere a questa esigenza, grazie alla elevata capacità di banda da essa fornita ed alla flessibilità di gestione.

*2.5 Aspetti di regolamentazione*

Nella quinta sessione *Legal Framework* è stato affrontato il tema degli aspetti regolatori che stanno assumendo una importanza via via crescente nello sviluppo delle telecomunicazioni in quanto questi aspetti devono mediare tra l'interesse dei consumatori di disporre di servizi economicamente accessibili e la necessità da parte dei fornitori di ottenere un ritorno soddisfacente dagli investimenti sostenuti.
Hill Stewart della Italtel e Dave Newman della Telscom AG con il contributo *Regulating the Next Generation of Communications Services - A View from the ACTS Programme* hanno illustrato la struttura e i principali risultati di *ACTS (Advanced Communications Technologies on Services)*, un programma finanziato in larga misura dalla Unione Europea che ha portato a importanti risultati in diversi campi del mondo ICT. ACTS ha fornito al Regolatore alcuni punti di riferimento relativi alla scomparsa graduale del confine tra la rete di accesso e quella di trasporto. In questo campo sono stati decisivi i contributi apportati dal programma ACTS allo sviluppo di interfacce di tipo aperto come la VB5 che consente di interconnettere la rete di trasporto con quella di accesso da parte di due generici gestori della rete mediante l'uso di differenti tecnologie. Per

quanto concerne le tariffe, ACTS ha messo a punto diversi sistemi di tariffa che spingono i consumatori a scegliere le caratteristiche di ogni singolo servizio che meglio soddisfano le proprie esigenze.
La memoria *Will Electronic Commerce Change the Law?* presentata da Paul Nihol della Université Catholique de Louvain mostra come il sistema di regolamentazione, ossia le regole stabilite dalle Autorità per assicurare la compatibilità delle attività economiche con i valori accettati dalla società, sia oggi sottoposto a un profondo cambiamento nel passaggio dalla società industriale a quella dell'informazione (figura 2). La società industriale comportava, infatti, un sistema centralizzato, che faceva nascere un sistema legale concepito come un insieme coerente di regole, necessario per regolare il progetto di un'azienda in accordo con il modello stabilito dalle autorità. Il progetto doveva, quindi, essere attuato pena la minaccia di applicare sanzioni. La società dell'informazione non implica invece un potere centralizzato ma è caratterizzata per sua natura dalla distribuzione delle responsabilità. Le nuove regole devono riflettere, secondo l'autore, questa nuova situazione. In questo contesto il sistema di regolamentazione può essere costruito su tre pilastri: il primo riguarda l'informazione, che deve essere accessibile e chiara per i soggetti; il secondo è relativo alla capacità di assimilarne i contenuti e di valutarne le implicazioni per comprendere la necessità di modificare il proprio comportamento come soggetto economico; il terzo infine è attinente agli incentivi, che possono indurre ad un reale cambiamento. L'incentivo più efficace al riguardo sembra quello di assicurare un ambiente veramente competitivo.

| | Former rules on competition | Present rules on competition |
|---|---|---|
| Attitude vis-à-vis tying-in | Tying-in is prohibited in all situations | Tying-in is prohibited where the firm holds market power, and only discouranged in other circumstances |
| Sanction | A criminal and civil penalty is imposed | A criminal and civil penalty is imposed where the firm holds market power; the firm suffers a decrease in market share in other circumstances |
| Reasons for which a sanction is imposed | 1. The hope is that tying-in will be the firm as a result of the imposition of the sanction<br><br>2. It is even hoped that the practice will be dropped before the sanction is imposed (anticipation of the sanction on the part of the firm) | 1. and 2.: *idem* |

Fonte: Proceedings FITCE 1999. Paul Nihoul: pagina 90.

**Figura 2** *Evoluzione delle regole per la competizione.*

*2.6 Tecnologia IP*

La sessione dedicata alla *IP technology* è stata aperta da un interessante contributo *Internet Service Providers - Anarchy in the UK ?* presentato da Dave Simpson della OFTEL che ha fornito una panoramica sul processo evolutivo delle varie soluzioni adottate dagli Internet Provider per ottenere un profitto dalla fornitura dell'accesso a Internet: si spazia dai canoni di abbonamento, all'accesso gratuito al servizio reso possibile dagli accordi di redistribuzione delle tariffe telefoniche tra i gestori di reti di telecomunicazioni e gli stessi IP provider, fino alla richiesta di un abbonamento in cambio di un accesso senza limiti di tempo e senza alcuna spesa per le chiamate. L'autore ha quindi esaminato le opportunità ed i rischi di questi modelli. Rimane, ad esempio, da verificare se la soluzione, che prevede la sottoscrizione di un abbonamento e l'uso di numeri verdi per l'accesso, potrà essere tradotta in una fonte effettiva di guadagno, considerato il prevedibile aumento del tempo di navigazione una volta che le chiamate non siano più tassate.
La sessione dedicata a IP si è chiusa con due memorie di indirizzo specificatamente tecnico. La prima *Multiprotocol Label Switching within the Core Network*, di Felicia Holness e John Griffiths dell'Università di Londra, ha presentato una tecnica ancora in evoluzione denominata appunto *Multiprotocol Label Switching;* questa tecnica opportunamente integrata con l'uso di una rete di trasporto ATM potrebbe rispondere alle soluzioni non ancora disponibili legate all'uso del protocollo IP per la fornitura di servizi che richiedono un preciso riferi-

mento temporale, quali la fonia ed i segnali video.
La memoria *Tunnelling effectiveness in the Access Environment* di Stefano Giacometti (Ericsson) e Roberto Mameli (CoRiTeL) mostra come la tecnica del "tunnelling" - generalmente utilizzata per attraversare un'infrastruttura di rete pubblica per raggiungere una postazione IP mobile o una rete privata virtuale - possa essere efficacemente utilizzata per risolvere i problemi intrinseci di una rete di accesso completamente IP (una rete in cui ogni postazione è dotata di un indirizzo IP univoco e permanente), come l'indirizzamento e la visibilità completa sulla rete delle singole postazioni di accesso.

*2.7 Pianificazione della rete*

Nella sessione dedicata al *Planning the Network*, tre diverse memorie hanno trattato da differenti punti di vista le principali problematiche che devono risolvere quanti operano nelle telecomunicazioni: trovare una metodologia che porti a rendere massimi gli introiti potenziali che i gestori possono ricavare dalla rete e consentire, allo stesso tempo, di soddisfare le necessità degli utilizzatori e di rendere minimi i capitali richiesti e il costo di esercizio.
In *Benefits of Network Planning and Design and Advantages of Voice Telephony over ATM in Public Networks* Johan Kardol e Paul Kallenberg della Lucent Technology forniscono un modello di pianificazione della rete, in grado di tenere il passo con il rapido processo evolutivo della tecnologia per la fornitura dei servizi fonici su ATM, nell'ambito delle infrastrutture di rete di un gestore dominante.
Il contributo *Network Management in the 21st Century* di Andy Pelling, Steve McNickle e John Hooper, tutti della Axarté, specifica le caratteristiche che deve avere un *"Operational Support System"* di un gestore che ha l'obiettivo di continuare "a sopravvivere" nel mercato globale delle telecomunicazioni. Questo sistema deve ridurre anzitutto la necessità di disporre di personale con conoscenze molto specializzate per la gestione della rete e deve fornire agli utenti finali la possibilità di configurare la rete che essi utilizzano secondo le loro peculiari necessità. Il sistema deve, infine, consentire un processo di pianificazione della rete automatico ed efficace che sia di ausilio per valutare quando e come investire per cercare di pervenire al massimo del ROI (Return on Equity).

Questa sessione si è conclusa con la memoria *Managing Quality of Service in IP Infrastructure Environment* di Jos Gerrese della AUCS Communications Services che ha messo in evidenza come la gestione della qualità del servizio dipenda, oltre che dall'essere IP un protocollo non orientato alla connessione, anche - e in misura non trascurabile - dagli accordi stipulati tra gli ISP e i gestori delle reti di telecomunicazioni nonché dagli stessi sistemi di gestione che presentano caratteristiche e capacità molto diversificate.

*2.8 Evoluzione del Mercato*

Le memorie presentate nella sessione *Market Dynamics* hanno messo in luce lo sforzo e insieme la preoccupazione degli operatori di telecomunicazioni di individuare modelli e di mettere a punto metodologie in grado di stabilire in modo efficace i ritorni di un investimento. Sono infatti lontani i tempi in cui i gestori dominanti rispondevano a logiche non sempre strettamente economiche e potevano perciò non tener conto del ritorno sul breve medio termine degli investimenti realizzati nelle reti di telecomunicazioni.
Nella presentazione *Economic Viability of Advanced Telecommunications Services* gli autori Alcibiade Zaganiaris (France Télécom) e Achilleas Kemos (ENST Bretagne) hanno mostrato una metodologia, basata sull'utilizzo di tecniche di previsione statistica, in grado di valutare come variabili critiche, quali gli investimenti in opere civili e i costi dell'esercizio e manutenzione, influenzino sensibilmente le strategie di realizzazione e di sviluppo di una rete di accesso capace di soddisfare a un tempo l'utenza residenziale e i clienti affari medio piccoli, indicati come SOHO (Small Office Home Office).
Il nuovo mercato promettente delle applicazioni multimediali basate sui protocolli IP e studiate in modo specifico per il mondo delle quattro ruote è stato affrontato nell'articolo *Quantifying the Market Demand for In-Vehicle Telematic Internet Services*. La memoria tratta l'argomento sotto molteplici aspetti. Gli autori, Albert Kuiper, Mark Hoogenboom e Patrick Steemers della CAP Gemini, hanno esaminato l'appetibilità commerciale dei servizi che possono essere offerti agli automobilisti e hanno fornito, in particolare, una valutazione del valore complessivo di questo mercato potenziale attraverso una struttura coerente dei prezzi. Dopo un'accurata descrizione di alcune

applicazioni e servizi possibili, gli autori hanno concluso presentando un'analisi sul tipo di tecnologia richiesta elencando quelle ora disponibili: le più recenti soluzioni si presentano in rapida evoluzione sotto la spinta dei gestori radiomobile che da qualche tempo manifestano con sempre maggiore chiarezza l'intenzione di proporsi come fornitori di servizi che vanno al di là del traffico in fonia e sono quindi alla ricerca di nuove opportunità di business.
La sessione si è conclusa con la presentazione di *Formulating Strategies for a Competitive Telecommunication Market;* in essa l'autore, Alison Brady (BT), presenta un interessante studio sull'impatto che un nuovo gestore radiomobile provoca quando si inserisce in un mercato, fino a quel momento appannaggio di un unico gestore, attraverso il ricorso a una aggressiva politica di riduzione delle tariffe. La metodologia adottata per analizzare il caso proposto può, secondo l'autore, essere estesa efficacemente per valutare i possibili scenari che possono scaturire dall'impiego di strategie diverse tese ad aumentare i profitti o a mantenere e possibilmente allargare la base dei clienti.



Il presidente uscente della FITCE Guntran Kraus (a sinistra) saluta il nuovo presidente Stefan Marusczak.

*2.9 Innovazioni sulla tariffazione*

La sessione *Charging Innovation* è stata riservata alle novità sui sistemi e sui modelli tariffari ed è stato riconosciuto che queste novità costituiscono un elemento importante nell'arena competitiva delle telecomunicazioni. Secondo i relatori il processo di tariffazione per i servizi di telecomunicazioni possono essere influenzati da almeno tre fattori: mercato, politica e tecnologie. È necessario, infatti, tener conto del mercato quando si considera il valore che i potenziali consumatori sono disposti a riconoscere ai servizi ad essi offerti. I sistemi politici svolgono un ruolo importante nel prescrivere determinate regole. Le tariffe, poi, devono tener conto della capacità effettiva di misurare il traffico e questa esigenza è fortemente legata alla tecnologia.
Sulle innovazioni tecniche è stata infatti focalizzata l'attenzione della memoria *Meeting the Challenge of Charging for ATM*: in questo lavoro Eric M. Scharf, dell'Università di Londra, ha presentato diversi possibili sistemi tariffari e allo stesso tempo ha indicato le regole in base alle quali valutarne meriti e difetti. Su quest'ultimo punto l'autore tiene conto sia del punto di vista dell'operatore di TLC sia di quello dell'utente. Il gestore è interessato alla facilità di introdurre nuovi schemi tariffari, all'effetto di essi sull'occupazione della rete e alla loro capacità di generare profitti. I clienti apprezzano, invece, la facilità di comprensione di uno schema tariffario e la convenienza rispetto a sistemi analoghi.
L'articolo *Bit by bid by bit* di Kees Hol della KPN, prende in esame il crescente fenomeno delle aste elettroniche in Internet che va gradualmente diffondendosi tra i gestori di telecomunicazioni, come alternativa ai tradizionali accordi bilaterali che regolavano la redistribuzione tra i gestori dei proventi derivanti dal traffico internazionale. Il meccanismo degli accordi bilaterali diventa non impiegabile, anzitutto, per il numero crescente di gestori della rete di telecomunicazioni e, cosa ancora più importante, per le molteplici possibilità di trarre profitto dallo stesso sistema di tariffazione tradizionale quali: reinstradamento al più basso costo e *call back*. Diversi consorzi e singoli operatori hanno poi intensificato la posa di fibre tra i continenti facendo della larghezza di banda una semplice *commodity* per di più di tipo deperibile, visto che la quantità di banda non utilizzata ha un valore prossimo a zero. Le limitazioni all'impiego del vecchio sistema di tariffazione insieme alla constatazione che la larghezza di banda è una "materia prima" facilmente deperibile stanno dando origine a un sistema di aste in cui si incontrano fornitori e compratori di banda creando, come fa notare l'autore, un mercato più efficiente e senz'altro più trasparente di quello che agiva con il vecchio sistema.

*2.10 L'accesso alla rete*

Nella sessione *Access Network* è stato affrontato il problema degli alti investimenti per il rinnovo della rete di accesso che i gestori stanno sostenendo per rispondere alla veloce evoluzione delle telecomunicazioni e alla conseguente crescita e diversificazione dei servizi

offerti e di quelli richiesti.
Cornelis H. Hoogendoorn (Siemens AG), nel contributo *Multiple Networks, One Access*, ha presentato un'ipotesi sullo sviluppo a breve ed a medio termine delle attuali strutture. Questa analisi parte dalla considerazione che sebbene il traffico dati (in bit) abbia di fatto superato quello fonico (tradizionale), in termini di ritorno economico esso costituisce ancora la fonte principale di ricavi (80 - 90 per cento). Questi guadagni sono quindi il motivo del sensibile interesse dei gestori di rete dati a sviluppare prodotti in grado di fornire servizi di fonia (VoIP); i gestori tradizionali rispondono invece a questa strategia incrementando gli investimenti su reti dati e ricercando soluzioni di *Interworking* con la rete commutata esistente per salvaguardare gli investimenti già effettuati. Lo scenario prospettato è quindi quello di reti multiple con accesso unico a banda larga in grado di fornire servizi di fonia, dati e video. La maggiore rapidità di convergenza verso un accesso unico rispetto alla convergenza verso un'unica rete è giustificata dal fatto che la prima è direttamente apprezzabile dall'utilizzatore finale e fornisce più opportunità di ricavi per i gestori.
Tra le diverse soluzioni di rete nell'ultimo miglio, quella che è stata maggiormente trattata dai relatori del Congresso è stata la tecnologia *ADSL (Asymetric Digital Subscriber Line)*.
Sul tema, Maria S. Iacobucci e Gaetano Vespasiano della Scuola Superiore Reiss Romoli hanno presentato il lavoro *Simulation of Asymmetric Digital Subscriber Line*; la memoria illustra l'utilizzo della tecnologia ADSL nella fornitura di servizi multimediali in due tipici scenari: le aree urbane e quelle rurali (figure 3 e 4).
È stato seguito con molto interesse anche il contributo presentato da Koen Berteloot (Belgacom) *ADSL Roll-Out in Belgacom* che è valso all'autore il premio della FITCE 1999 per la migliore presentazione. Nella relazione sono stati illustrati i principali aspetti tecnici e operativi dello sviluppo dell'ADSL in Belgio. Dopo una fase di prove, iniziata nel gennaio 1998, la commercializzazione del servizio è partita ad aprile 1999 con l'offerta di due prodotti: il primo *Turboline-service profile* destinato a clienti residenziali, senza garanzia di banda e con banda di picco di 1 Mbit/s centrifuga e 100 kbit/s centripeta. Il secondo *Turboline-PRO service profile* destinato a clienti business, con banda garantita di 256 kbit/s centrifuga e 64 kbit/s centripeta e con banda di picco di 1 Mbit/s centrifuga e 512 kbit/s centripeta.
L'esperienza presentata dall'autore ha messo in luce la possibilità di tarare le modalità di ampliamento della rete in funzione del grado di penetrazione del servizio ISDN. Nel caso di reti con un elevato grado di penetrazione ISDN una soluzione possibile è quella che prevede l'offerta del servizio ADSL utilizzando un solo tipo di hardware (ADSL per ISDN) con un filtro separatore telefono-PC universale (Splitter Universale). Questa solu-

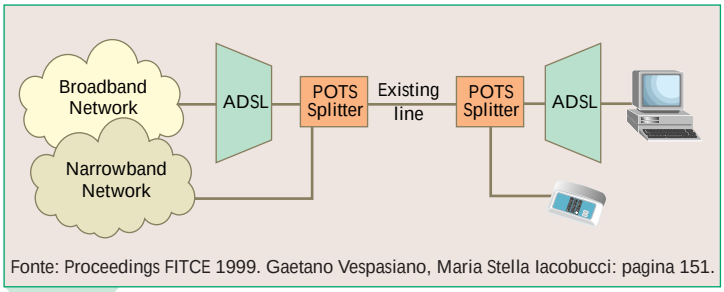



**Figura 3** *Schema della rete ADSL.*

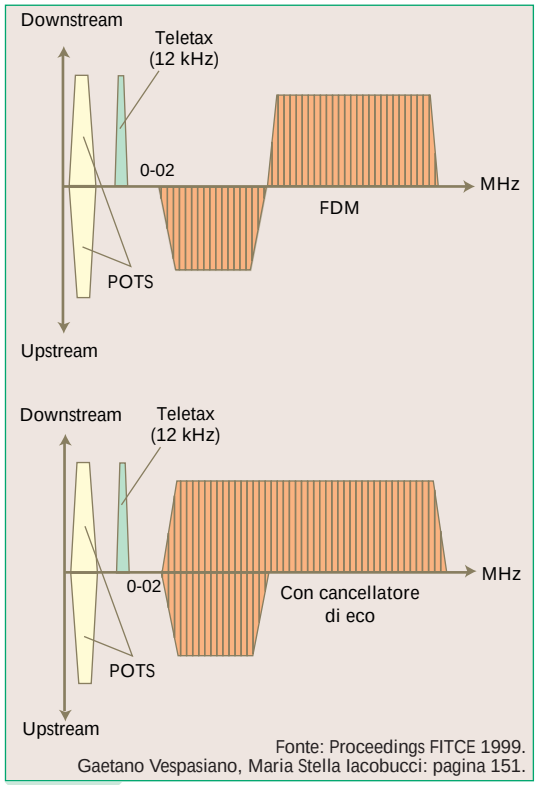



**Figura 4** *Allocazione dello spettro ADSL.*

zione presenta il vantaggio dell'utilizzo di un solo tipo di hardware e lo svantaggio di deteriorare le prestazioni downstream del segnale telefonico tradizionale. Una diversa soluzione è relativa alla coesistenza di ADSL per POTS con ADSL per ISDN; in questo caso, adatto a situazioni che vedono una scarsa penetrazione dell'ISDN nella rete, si ha la necessità di disporre di almeno due tipi di hardware con il vantaggio però che i clienti ADSL/POTS possono utilizzare tutta la capacità downstream.

*2.11 Applicazioni*

Nella sessione *Applications* sono state presentate alcune forme integrate di fonia, Internet e Video, sono stati mostrati i prodotti offerti e sono state messe in luce le crescenti attività industriali in quest'area. Particolare interesse ha suscitato un prodotto "convergente" denominato *Web Vision*, annunciato negli Stati Uniti nel secondo trimestre dell'anno in corso e atteso sul mercato per la fine di quest'anno. La tecnologia impiegata comprende un televisore dotato di set-top box con kit audio e software proprietario, che può essere utilizzato per inviare o per ricevere posta elettronica, per effettuare o ricevere chiamate telefoniche e per navigare su canali televisivi e Web allo stesso tempo. Il prodotto in questione, oltre a favorire l'accesso a Internet anche a coloro i quali non hanno un Personal Computer, presenta il vantaggio del "Tutto in uno" per di più offerto su un "vecchio" e tradizionale terminale "il televisore domestico".



Stefan Marusczak premia Koen Berteloot di Belgacom per la migliore presentazione al Congresso.

*2.12 Commercio elettronico*

Nella sessione *E-Commerce* dedicata alle prospettive del commercio elettronico si è formulata l'equazione: il successo d'impresa è pari alla presenza su Web. I dati presentati mostrano una previsione di crescita eccezionale che dovrebbe portare l'Europa a decuplicare il volume di transazioni elettroniche entro il 2001.
Interessante è risultato il lavoro *Electronic Commerce is the New Way to do Business* presentato da Manuela Broccoletti e Giuseppe Zilioli (Telecom Italia) che, oltre a fornire una completa panoramica sulla situazione attuale e le prospettive di sviluppo del commercio elettronico, ha illustrato un insieme di servizi innovativi offerti da Telecom Italia (Village Commerce). Il servizio Village offre più di quaranta applicazioni che vanno dall'attivazione del servizio del commercio elettronico alla gestione degli ordini e dei pagamenti.
Nel corso della sessione è stato, inoltre, ampiamente discusso il problema della sicurezza negli acquisti in rete, che costituisce finora il maggiore limite allo sviluppo previsto. Su questo tema Christos Solomonides e Mark Searle (University College London) hanno presentato il contributo *An Intelligent Network-Based E-Commerce Protocol*; in esso è presentato un protocollo per il pagamento elettronico che usa l'infrastruttura di rete intelligente esistente. Questa soluzione è di particolare interesse per i gestori che hanno già fatto elevati investimenti nella rete intelligente. Tramite questo protocollo possono estendere il sistema di fatturazione esistente come ausilio del commercio elettronico; gli utilizzatori possono, nel caso di piccoli pagamenti, addebitare il costo sulla fattura telefonica.

## 3. Premiazione degli autori

Seguendo la tradizione anche quest'anno sono stati assegnati il premio al contributo di maggior rilievo e quello per la migliore memoria tra i giovani relatori. La particolarità di questi premi è quella di prestare attenzione non solo alla migliore presentazione in termini di contenuti ma anche alla capacità da parte del relatore di trasferire efficacemente l'informazione; questo obiettivo è risultato essere uno strumento di rilievo per spingere gli autori a una comunicazione efficace delle proprie idee rimanendo all'interno delle strette finestre temporali concesse, tale da permettere di raccogliere ben quarantadue memorie in quattro giorni di Congresso.
Il premio FITCE 1999 alla presentazione migliore è stato conferito a Koen Berteloot (Belgacom) per la memoria *ADSL Roll-Out in Belgacom* che ha presentato lo sforzo del gestore Belgacom per adeguarsi alle problema-

tiche emerse nel corso della fornitura del servizio; il premio invece per la presentazione migliore tra i giovani relatori è andato a Patrick Steemers (Cap Gemini) per la memoria *Quantifying the Market Demand for In-Vehicle Telematic Internet Services*.
Per la prima volta nella storia del Congresso è stato attribuito un riconoscimento alla "best written memory", alla memoria cioè ritenuta non solo interessante in relazione al tema trattato ma anche dotata di una struttura coerente a prescindere dalla esposizione del relatore. Questo premio è stato conferito a Dave Simpson (OFTEL) per la memoria *Internet Service Providers - Anarchy in the UK?* che ha mostrato una panoramica sul processo evolutivo delle varie soluzioni adottate dagli Internet Provider per ottenere un profitto dalla fornitura dell'accesso.



A Limerick in Irlanda si svolgerà il prossimo Congresso della FITCE. (Nella foto la costa irlandese).



Dave Simpson di OFTEL (a sinistra) riceve il premio per la "best written memory" da Wim van der Bijl (presidente del Comitato internazionale per la selezione delle memorie).

## 4. Conclusioni

Le *GET (Giornate Europee delle Telecomunicazioni)* organizzate dalla FITCE con cadenza annuale, hanno l'obiettivo non solo di presentare e favorire il dibattito sulle principali tematiche che caratterizzano un particolare momento dell'evoluzione delle telecomunicazioni ma si prefiggono, anche, il compito di stimolare l'integrazione e la socialità tra i partecipanti al convegno; difatti il Congresso da evento marginale è ora divenuto il punto focale nel programma delle GET, ma continua ad essere affiancato da un interessante e piacevole programma sociale destinato in primo luogo agli accompagnatori dei Congressisti, che quest'anno hanno avuto modo di apprezzare, tra l'altro, una gita in barca sul fiume Vecht, una visita al museo di Kröller-Müller e un'escursione guidata alla città d'Utrecht. Per tutti i partecipanti è stato organizzato a L'Aia un concerto nella chiesa "New Church", oltre la serata di gala che tradizionalmente chiude i lavori delle GET. Le 38° Giornate Europee delle Telecomunicazioni hanno avuto successo su entrambi gli obiettivi: il programma sociale ha favorito la nascita di nuove amicizie, che spesso permettono di avviare proficue collaborazioni professionali o, comunque, preziosi scambi d'informazione, e il Congresso ha soddisfatto le attese di fornire una "panoramica aggiornata" e ad ampio raggio su un tema cruciale del mondo delle TLC: l'interoperabilità tra le reti e le relative implicazioni.
Al termine delle Giornate, nel corso dell'Assemblea dei soci è, stato chiamato a presiedere la FITCE per il prossimo biennio Stefan Marusczak (Telecom Austria A.G.) che prende il posto di Guntran Kraus (Deutsche Telekom A.G.) che aveva esaurito il suo mandato.
A commento finale della manifestazione, preme sottolineare come il Congresso della FITCE, al contrario di altre simili manifestazioni, non è dedicato a un tema circoscritto per soli specialisti ma persegue l'obiettivo di rivolgersi a tutti coloro che a vario titolo operano nel mondo delle telecomunicazioni fornendo validi spunti di riflessione e non solo semplici aggiornamenti. A questo proposito è doveroso rivolgere un particolare apprezzamento al Comitato Tecnico di selezione delle memorie, che si è rivelato particolarmente attento alla qualità dei contributi che sono stati ad esso sottoposti.
La prossima edizione si terrà a Limerick in Irlanda dal 23 al 26 agosto 2000. Per ogni ulteriore informazione, è possibile consultare il sito internet *www.fitce.org*.

*Antonino Calantoni - Telecom Italia, Siena*
*Claudio Crociati - Telecom Italia, Bologna*
*Giuseppe Selvaggi - Telecom Italia, Roma*

# L'Università europea motore per la crescita futura del nostro continente

10th EAEEIE - Annual Conference Educational Innovation in EIE

Capri, 17-20 maggio 1999

*Renato Rizzo*

In Europa vi sono numerose antiche e prestigiose Università e Istituzioni per l'alta formazione, ciascuna di esse con la propria tradizione. Tali Istituzioni devono definire il proprio ruolo in accordo con le necessità della Società e basarlo sulla consapevolezza che l'istruzione superiore è essenziale per ogni Paese, al fine di raggiungere un necessario livello di sviluppo economico e sociale, per incrementare lo standard di vita e l'armonia interna, basata sui diritti umani, democrazia, tolleranza e mutuo rispetto.

Il prof. Romano Prodi, Presidente della Commissione Europea, in un discorso al Parlamento Europeo disse in proposito: *La chiave per il futuro del nostro continente è nelle mani dell'alta tecnologia, delle conoscenze scientifiche delle industrie, del supporto alla ricerca. Queste attività non sono solo il futuro della industria e della finanza europee: esse sono il futuro dell'intera Società europea.*
*L'accesso diretto alla formazione deve essere incrementato e per tutti. E' una strada lunga e difficoltosa che occorre percorrere per colmare la distanza tra noi e gli Stati Uniti. Molto del nostro lavoro sarà concentrato a ridurre tale distanza". Prodi ha poi continuato affermando che: "L'Europa ha una grande tradizione culturale e un'ampia eredità di conoscenze scientifiche relegate nelle Università e nei Centri di Ricerca. Il problema dell'Europa è nella capacità di trasformare questa tradizione e queste conoscenze in opportunità di sviluppo; è necessario soprattutto intensificare i contatti tra il mondo della scienza ed il mondo dell'industria.*"
Per queste ragioni le nostre Istituzioni per l'alta formazione devono essere in grado di trarre i vantaggi e le potenzialità delle nuove tecnologie della comunicazione e dell'informazione in spirito di apertura, equità e cooperazione europea attraverso:

- la realizzazione di contatti per il trasferimento tecnologico e lo scambio di esperienze nella didattica nella formazione professionale e nella ricerca, in modo da rendere queste esperienze accessibili a tutti;
- il progresso nella conoscenza attraverso la ricerca scientifica con un giusto equilibrio tra la ricerca di base e quella applicata, quale funzione essenziale di tutti i sistemi di formazione avanzata;
- la promozione di innovazioni , interdisciplinarietà e transdisciplinarietà;
- la creazione di nuovi sistemi di apprendimento, incluse le Istituzioni di alta formazione "virtuali", capaci di ridurre le distanze e di sviluppare sistemi educativi di alta qualità.

Annualmente l'EAEEIE[1] organizza una Conferenza per riunire professori, ricercatori ed esperti di aziende, industrie e diverse Istituzioni in modo da promuovere lo scambio di informazioni e presentare contributi innovativi nel campo della formazione degli ingegneri elettrici, elettronici, di telecomunicazioni e informatici.
Il comitato scientifico della conferenza è costituito da membri di tutti i Paesi della Comunità Europea e tra questi figurano professori universitari ed esperti nella formazione di alto livello.
Alla decima conferenza EAEEIE sul tema *Innovazioni nella didattica per l'Ingegneria Elettrica, Elettronica ed Informatica*, che si è tenuta a Capri nel maggio di quest'anno, hanno partecipato oltre cento esperti provenienti da Università, Centri di ricerca o formazione e da aziende di diversi Paesi Europei che hanno presentato e dibattuto relazioni su tematiche di interesse e attualità nel settore dell'ingegneria elettrica, elettronica, informatica e delle telecomunicazioni. Quasi tutta l'Europa era rappresentata, in misura diversa ma con pari intensità: erano presenti infatti esperti provenienti da Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Olanda, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceka, Romania, Spagna, Svizzera. Negli atti della conferenza sono raccolte le 81 memorie preparate da 198 autori.
La presentazione delle esperienze compiute ed il successivo dibattito hanno impegnato la platea per tre giorni, durante i quali sono state svolte diverse sessioni su temi specifici quali: reti tema-

(1) *EAEEIE (European Association for Education in Electrical and Information Engineering) è stata costituita dieci anni fa grazie all'intuizione dell'Associazione Francese EEA che promosse un meeting a Reims tra professori di diverse Università europee; essa ha tra i propri obiettivi quello di promuovere la discussione su temi relativi all'alta formazione, la formazione continua e la ricerca nei diversi Paesi dell'Europa.*

tiche; strumenti innovativi per l'insegnamento; innovazioni nei sistemi pedagogici di insegnamento; curricula europei.
Una sessione speciale dedicata all'*Evoluzione dell'elettrotecnica e dell'informatica nell'ultimo secolo* ha aperto i lavori della conferenza. Questa sessione è stata coordinata dal professor Bobbio dell'Università di Napoli ed ha visto la partecipazione di autorevoli studiosi. Si è cercato di evitare il rischio che la sessione diventasse una mera enumerazione di scoperte scientifiche o di invenzioni ingegnose; l'ambizione è stata invece quella di rappresentare un quadro dello sviluppo di idee che, partendo dalla sintesi maxwelliana, ha condotto alle attuali conoscenze.
Il programma della sessione ha previsto una prima relazione del professor Morando del Politecnico di Milano che ha trattato lo sviluppo della teoria dell'elettromagnetismo nel periodo compreso tra la morte di Maxwell e i primi decenni di questo secolo. Particolare attenzione è stata posta alla delicata questione delle relazioni tra le idee di Maxwell e le apparecchiature che hanno segnato lo sviluppo della tecnologia elettrica (ad esempio generatori, motori, trasformatori, linee di trasmissione dell'energia, …).
Il secondo intervento è stato del professor Gatti di Milano che ha trattato lo sviluppo dei componenti elettronici realizzati in seguito alla scoperta dell'elettrone; il professor Lo Priore del Centro Spaziale Europeo *ESA* ha illustrato lo sviluppo delle telecomunicazioni; il professor Villermain Lecollier si è soffermato sulle origini delle tecniche di automazione e dei controlli automatici ed il professor Bennett, del'*IEE (Institution of Electrical Engineering),* ha esplorato il mondo dei computer attraverso le evoluzioni registrate negli ultimi decenni.
Nel corso della conferenza sono state illustrate diverse esperienze e soluzioni adottate in Università, Centri ed Istituzioni di formazione ed industrie. Tra queste: innovazioni nei curricula *IEI (Ingegneria Elettrica ed Informatica)* nell'ottica di tener in conto le evoluzioni tecniche e tecnologiche nel settore e considerare le necessità e richieste del mondo industriale; sistemi innovativi per l'insegnamento dell'IEI (Computer Aided Learning, insegnamento interattivo, uso di tecnologie informatiche e di telecomunicazione); innovazione nei metodi pedagogici di insegnamento; curricula comuni a livello Europeo[2].
L'avvento ed il conseguente marcato impatto delle nuove tecnologie dei sistemi informatici e di comunicazione ha inciso sui diversi aspetti della nostra vita: in questo senso l'insegnamento non costituisce eccezione ed è quindi necessario adeguare l'approccio pedagogico all'introduzione di nuove tecnologie. La diffusione su larga scala delle nuove tecnologie per l'insegnamento investe tutti i livelli di formazione: dalla Scuola superiore all'Università, alla formazione in azienda.
Non vi è alcun dubbio quindi che la Società dell'Informazione è destinata ad avere un impatto sempre maggiore sul sistema educativo e formativo in Europa, consentendo l'accesso alle conoscenze e all'apprendimento a tutti i cittadini, prescindendo dalle distanze.
Negli ultimi anni i sistemi di comunicazione hanno mostrato di poter rappresentare un ottimo sussidio alla didattica. Molte esperienze nel *Computer Based Training* hanno conosciuto diffusione grazie all'ottima qualità di supporti informatici e di componenti multimediali applicati su personal computer a basso costo. Simulazione, animazione, navigazione in rete informatica e interattività sono le più importanti risorse che possono essere utilizzate. In principio vi erano, fondamentalmente, pacchetti software da installare su PC; la tendenza attuale è invece di considerare l'impiego di *server* che consentono una più vasta accessibilità attraverso la rete.
Le istituzioni che si occupano di sistemi educativi e formazione, anche a livello aziendale, hanno cercato di ristrutturare i processi di formazione



*Archivio Alinari*

La piazza di Capri in una foto dell'inizio del '900. A Capri è stato tenuto quest'anno l'appuntamento annuale sull'innovazione dell'istruzione organizzato dall'EAEEIE.

*(2) Volume degli atti della 10th EAEEIE Annual Conference Educational Innovation in EIE, Capri 17-20 maggio 1999.*

utilizzando le nuove tecnologie a disposizione quali computer, Web e videoconferenze. Sono state prodotte un numero rilevante di singole lezioni o interi corsi "virtuali", networks di Università e Centri di formazione per l'organizzazione e la diffusione di questi prodotti. Una grande sfida è quella di usare la rete informatica per realizzare laboratori virtuali o per consentire l'accesso remoto a laboratori reali connessi in rete.
Questi nuovi approcci metodologici alla formazione sono stati tradotti in esperienze realizzate presso Università e Centri di formazione d'Europa, illustrate in dettaglio negli atti della 10° Conferenza EAEEIE[2].
Particolare interesse e attenzione sono riservati alle *reti tematiche:* questo tipo di iniziative si inquadra nell'ambito delle future *Università virtuali europee.* In questo campo sono ormai numerose le esperienze consolidate in diversi Paesi europei, tra queste:

- Università di Reims in collaborazione con il *CNAM (Centre regional associé au conservatoire national des arts et métiers)*;
- Open University in Gran Bretagna;
- Consorzio Nettuno in Italia.

Molte altre reti tematiche sono state attivate, o sono in corso di realizzazione, con il supporto di programmi della Comunità Europea quali SOCRATES, TEMPUS, PHARE, LEONARDO e con programmi dei Ministeri Nazionali o dei Governi Regionali in tutta la Comunità Europea.
Una *rete tematica* viene realizzata coinvolgendo diverse Università o Centri di formazione nella messa a punto di moduli didattici interattivi con lo scopo di definire curricula comuni a livello europeo, e di favorirne l'accesso e la diffusione attraverso vie telematiche. Un esempio, tra gli altri, è *INEIT-MUCON (INnovations for Education in Information Technology through MUltimedia and COmmunication Networks)* realizzata da numerose Università europee nell'ambito del programma SOCRATES promosso dalla Comunità Europea. L'idea è stata quella di realizzare nel settore dell'ingegneria elettrica e dell'informazione curricula comuni, in modo da garantire, in termini di contenuti, l'acquisizione delle conoscenze minime che un ingegnere deve possedere.
Nello sviluppo di queste iniziative devono essere particolarmente curati aspetti quali: metodologie di lavoro adatte a consentire attività comuni tra diversi partners europei; scelta di strumenti utili per lo sviluppo di moduli didattici, contenuti dei corsi.
I curricula sviluppati sono, generalmente, basati sui seguenti approcci:

- corsi teorici nella forma di ipertesto che possono essere utilizzati a diversi livelli: praticamente corsi teorici realizzati usando Internet e nuovi strumenti che consentano di abilitare gli studenti a "navigare" in un corso;
- dimostrazione e illustrazione dei corsi grazie a strumenti multimediali;
- esercitazioni interattive attraverso domande e risposte;
- possibilità di autovalutazione degli studenti;
- attività di laboratorio, con la possibilità per gli studenti di connettersi ai laboratori e operare su processi fisici esistenti;
- possibilità di valutazione globale che consenta di verificare i livelli di preparazione degli studenti.

Alcuni problemi comuni a ogni corso - indipendentemente dalla materia trattata - devono essere tenuti presenti. Occorre individuare i destinatari dei corsi e definire con cura la stessa struttura dei corsi. I corsi possono essere rivolti a diplomati, laureati e occupati e in tal senso vanno predisposti diversi livelli per ciascun corso.
La struttura generale di un corso può comprendere varie parti: prerequisiti; introduzione; parte principale (comprese esercitazioni interattive, help in linea, ...); bibliografia; glossario dei termini specifici; verifica degli obiettivi di apprendimento; test finale.
La speranza è di dare agli studenti la possibilità di *navigare* in un corso in funzione del proprio livello e allo stesso tempo di consentire agli studenti di diverse istituzioni residenti in differenti Paesi di dialogare in un libero *forum elettronico.*
L'introduzione di nuovi strumenti e l'adozione di nuove metodologie, rese possibili dallo sviluppo inarrestabile delle tecnologie informatiche e dai sistemi di comunicazione, devono essere condotte tenendo, comunque, sempre presente che le Istituzioni per l'alta formazione devono sviluppare la loro funzione critica, attraverso il perseguimento di verità e giustizia, esercitando


Archivio Alinari

Capri. Marina piccola con i Faraglioni in una foto dei primi anni del '900.

rigore etico e scientifico in ogni attività. Le Istituzioni dovrebbero perciò godere pienamente della libertà accademica e preservare la propria autonomia, essendo esse completamente responsabili verso la Società.
La qualità nell'alta formazione è un concetto multidimensionale che può abbracciare tutte le sue funzioni e attività: programmi di insegnamento ed accademici, ricerca e cultura, staff, studenti e infrastrutture, servizi alla comunità e ambiente accademico.
Una valutazione interna trasparente e una verifica esterna sono indispensabili per assicurare la qualità e devono essere perciò sviluppati meccanismi europei, oggettivamente accettati e riconosciuti, per garantire il rispetto di questi requisiti.
Per raggiungere e mantenere la qualità, sono vitali alcune componenti: tra queste una severa e rigorosa selezione, l'aggiornamento continuo e la mobilità dello staff. La Comunità Accademica dovrà, inoltre, promuovere la mobilità europea degli accademici. Ciò significa l'ampliamento dello scambio delle conoscenze per costruire un sapere universale della Società di domani, alla quale la Comunità Accademica Europea può portare il proprio contributo anche attraverso una migliore applicazione di convenzioni e il riconoscimento di studi, titoli e diplomi. Gli studenti dovrebbero avere la possibilità di proseguire nella loro formazione in diverse Università europee, di conseguire il proprio diploma o titolo di studio e di poterlo spendere ovunque in Europa. Accademici senza frontiere in Europa ed in tutto il mondo, come avveniva otto secoli fa quando furono istituite le Università!
La *World Conference on Higher Education* ha riconosciuto, del resto, che il supporto del Pubblico nell'alta formazione e ricerca, è essenziale per garantire di raggiungere un'equilibrata formazione intesa come missione sociale.
La gestione ed il funzionamento dell'alta formazione richiede lo sviluppo di specifici piani, la capacità di analisi politica e opportune strategie, basate sulla programmazione di partnership tre le Istituzioni nazionali e quelle regionali.
La conferenza annuale dell'EAEEIE intende quindi svolgere il ruolo di Forum e costituire un'occasione di dibattito su questi temi decisivi per il mantenimento e il miglioramento dell'attuale livello di sviluppo della Società europea.

*Renato Rizzo - Dipartimento di Ingegneria Elettrica*
*Università degli Studi di Napoli Federico II*

# La riforma dell'Università alla soglie del Duemila

## La formazione nel settore delle TLC

Roma, 10 novembre 1999

*Mario Di Leo*

L'UNIVERSITÀ VOLTA PAGINA: SI ARCHIVIANO LA LIBERALIZZAZIONE DELL'ACCESSO AI CORSI DI LAUREA, CHE RISALE AL 1969, IL DIPLOMA UNIVERSITARIO CHE NON HA MAI AVUTO UNA PRECISA PATERNITÀ O SBOCCO OCCUPAZIONALE.
NASCONO I CREDITI SCOLASTICI UNIVERSITARI, LA LAUREA A PUNTI ED I REQUISITI DI AMMISSIONE AI CORSI.

È quanto ha ricordato il dottor Antonello Masia, Direttore Generale del Dipartimento Università del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, nella relazione introduttiva di una giornata di studio organizzata dall'AIIT e dall'AEI tenuta presso la RAI il 10 novembre di quest'anno.




A questo Convegno hanno partecipato i professori Maurizio Decina e Salvatore Nicosia e i Responsabili delle Risorse Umane delle più importanti Aziende di Telecomunicazioni che operano nel nostro Paese.
Il dottor Masia ha poi sottolineato nel suo intervento che il nuovo regolamento universitario investe aspetti fondamentali del mondo accademico.
I corsi ed i titoli universitari si articoleranno in una laurea di primo livello triennale (anche per limitare il "drop out": la perdita di risorse intellettuali durante il corso di studi o anche la mortalità studentesca), in una laurea specialistica di secondo livello, il master ed il dottorato di ricerca.
La modalità di misurazione e di programma-

rigore etico e scientifico in ogni attività. Le Istituzioni dovrebbero perciò godere pienamente della libertà accademica e preservare la propria autonomia, essendo esse completamente responsabili verso la Società.
La qualità nell'alta formazione è un concetto multidimensionale che può abbracciare tutte le sue funzioni e attività: programmi di insegnamento ed accademici, ricerca e cultura, staff, studenti e infrastrutture, servizi alla comunità e ambiente accademico.
Una valutazione interna trasparente e una verifica esterna sono indispensabili per assicurare la qualità e devono essere perciò sviluppati meccanismi europei, oggettivamente accettati e riconosciuti, per garantire il rispetto di questi requisiti.
Per raggiungere e mantenere la qualità, sono vitali alcune componenti: tra queste una severa e rigorosa selezione, l'aggiornamento continuo e la mobilità dello staff. La Comunità Accademica dovrà, inoltre, promuovere la mobilità europea degli accademici. Ciò significa l'ampliamento dello scambio delle conoscenze per costruire un sapere universale della Società di domani, alla quale la Comunità Accademica Europea può portare il proprio contributo anche attraverso una migliore applicazione di convenzioni e il riconoscimento di studi, titoli e diplomi. Gli studenti dovrebbero avere la possibilità di proseguire nella loro formazione in diverse Università europee, di conseguire il proprio diploma o titolo di studio e di poterlo spendere ovunque in Europa. Accademici senza frontiere in Europa ed in tutto il mondo, come avveniva otto secoli fa quando furono istituite le Università!
La *World Conference on Higher Education* ha riconosciuto, del resto, che il supporto del Pubblico nell'alta formazione e ricerca, è essenziale per garantire di raggiungere un'equilibrata formazione intesa come missione sociale.
La gestione ed il funzionamento dell'alta formazione richiede lo sviluppo di specifici piani, la capacità di analisi politica e opportune strategie, basate sulla programmazione di partnership tre le Istituzioni nazionali e quelle regionali.
La conferenza annuale dell'EAEEIE intende quindi svolgere il ruolo di Forum e costituire un'occasione di dibattito su questi temi decisivi per il mantenimento e il miglioramento dell'attuale livello di sviluppo della Società europea.

*Renato Rizzo - Dipartimento di Ingegneria Elettrica*
*Università degli Studi di Napoli Federico II*

# La riforma dell'Università alla soglie del Duemila

## La formazione nel settore delle TLC

Roma, 10 novembre 1999

*Mario Di Leo*

L'UNIVERSITÀ VOLTA PAGINA: SI ARCHIVIANO LA LIBERALIZZAZIONE DELL'ACCESSO AI CORSI DI LAUREA, CHE RISALE AL 1969, IL DIPLOMA UNIVERSITARIO CHE NON HA MAI AVUTO UNA PRECISA PATERNITÀ O SBOCCO OCCUPAZIONALE.
NASCONO I CREDITI SCOLASTICI UNIVERSITARI, LA LAUREA A PUNTI ED I REQUISITI DI AMMISSIONE AI CORSI.

È quanto ha ricordato il dottor Antonello Masia, Direttore Generale del Dipartimento Università del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, nella relazione introduttiva di una giornata di studio organizzata dall'AIIT e dall'AEI tenuta presso la RAI il 10 novembre di quest'anno.




A questo Convegno hanno partecipato i professori Maurizio Decina e Salvatore Nicosia e i Responsabili delle Risorse Umane delle più importanti Aziende di Telecomunicazioni che operano nel nostro Paese.
Il dottor Masia ha poi sottolineato nel suo intervento che il nuovo regolamento universitario investe aspetti fondamentali del mondo accademico.
I corsi ed i titoli universitari si articoleranno in una laurea di primo livello triennale (anche per limitare il "drop out": la perdita di risorse intellettuali durante il corso di studi o anche la mortalità studentesca), in una laurea specialistica di secondo livello, il master ed il dottorato di ricerca.
La modalità di misurazione e di programma-



Alcuni partecipanti alla tavola rotonda, coordinata da Luigi Labruna (primo a destra), Presidente del Consiglio Universitario Nazionale. Da sinistra i responsabili delle Risorse Umane: Angelo Perucconi (Alcatel), Gabriele Gabrielli (WIND), Silvio Angeleri (Siemens) e Gaetano Pastore (Ericsson).

zione dello studio universitario sarà generalizzata con il sistema dei crediti formativi universitari: questi costituiranno la nuova unità di misura dei corsi in termine di lavoro di apprendimento richiesto ad uno studente nelle attività formative previste dagli ordinamenti didattici dei corsi di studio, ivi compreso lo studio individuale.
Ad un credito formativo corrispondono 25 ore di lavoro per studente; in un anno lo studente deve acquisire una quantità media di lavoro convenzionalmente fissata in 60 crediti, cioè 1500 ore di lavoro.
Occorreranno 180 crediti per la laurea (tre anni), 300 per la laurea specialistica (cinque anni) e 60 per un master e occorrerà conoscere correntemente almeno una seconda lingua dell'Unione europea.
Si disciplina l'autonomia didattica degli Atenei nel denominare e articolare i corsi di studio e nella determinazione degli ordinamenti scolastici;
Questi aspetti di autonomia didattica si integrano con il riconoscimento agli Atenei dell'autonomia statutaria, regolamentare, organizzativa, finanziaria e contabile.
Da qui l'ampliamento e la flessibilizzazione dell'offerta di formazione universitaria e, a ben sperare, la riduzione dei tempi effettivamente necessari per il conseguimento dei titoli di studio facendo coincidere la durata reale con la durata legale dei corsi (i regolamenti didattici di Ateneo stabiliranno il numero minimo di crediti da acquisire da parte dello studente in tempi predeterminati) così da anticipare l'ingresso nel mondo del lavoro e migliorare le condizioni di impiego. I laureati italiani hanno un'età media di 27÷28 anni, quelli europei 23 anni.
L'obiettivo è sempre un'efficace correlazione degli obiettivi formativi con la struttura delle competenze e delle professionalità richieste dal sistema socio-culturale produttivo, nonché delle nuove opportunità del mercato del lavoro (Società dell'Informazione, Società della Comunicazione).
Tali nuove regole, criteri e procedure possono dare all'Università la possibilità di adeguare costantemente (burocrazia permettendo) l'impostazione dei corsi di studio all'evoluzione della domanda sociale di formazione ed ai mutamenti del sistema produttivo e del mercato del lavoro.
È così in itinere la costruzione, nel primo decennio del Duemila, di uno spazio europeo dell'istruzione superiore articolato su due cicli o livelli principali di studio e finalizzato a realizzare la mobilità degli studenti e la libera circolazione dei titoli di studio e delle professionalità per affrontare positivamente la competizione internazionale delle aziende e delle professionalità.
Il primato (sic!!) degli aspetti economici portato dai processi di liberalizzazione dei mercati, l'unione monetaria dei Paesi europei rende quanto mai attuale l'armonizzare il processo di riforma degli studi universitari a quelli europei.
Ma cosa ne pensa l'industria del nuovo regolamento?
Forse inizierà a ridurre le distanze tra il prodotto universitario e ciò che è richiesto dalle aziende.



Un'altra immagine della tavola rotonda. Da sinistra Maurizio Decina (Politecnico di Milano), Salvatore Nicosia (Università di Roma Tor Vergata); i Responsabili delle Risorse Umane Renato Casarotto (Infostrada), Mario Rosso (Telecom Italia) e, in veste di Presidente dell'AIIT Stefano Pileri (Telecom Italia).

Esse chiedono innovazione tecnologica, conoscenze economiche, marketing e, in mancanza di meglio, hanno dovuto attrezzarsi con Università private o con corsi interni formativi per le professionalità a loro utili: hanno bisogno di risposte rapide, non vogliono aspettare i diversi passi ministeriali, i gruppi di lavoro, le

analisi delle esigenze formative, le varie approvazioni, i passi burocratici.
Occorreranno cinque anni almeno prima che la riforma vada a regime: nella tavola rotonda i responsabili delle risorse umane hanno messo in rilievo, quasi all'unanimità, che per le aziende è un'era geologica, le aziende non possono aspettare, viaggiano con velocità superiore a quelle dell'Università, non si fa formazione per le tecnologie obsolete o fuori mercato.
Secondo gli interventi al dibattito, l'Università dovrebbe acquisire la merce "conoscenza" sul mercato come le aziende acquisiscono, quando necessario, all'esterno competenze umane, professionali, di business.
L'Università - è stato in conclusione messo in evidenza - non è business, ma è formazione, è ricerca.
Il problema è aperto e certamente non mancheranno nuove occasioni per approfondire nuovamente questi temi e per cercare di far conoscere meglio all'Università le necessità e le attese del mondo dell'industria, specie di quella più innovativa e che ha l'esigenza di essere presente su un mercato globale con prodotti di avanguardia.

**PROGRAMMA**

9.30 Apertura
**Ing. S. Pileri** *(Presidente AIIT)*
**Ing. U. de Julio** *(Presidente AEI)*
**Dr. P. Gaffuri** *(Direttore Risorse Umane RAI)*

9.45 Relazioni introduttive
Nuovo quadro normativo: obiettivi e strumenti
**Dr. A. Masia** *(Direttore Generale Dipartimento Università Ministero del URST)*
Esigenze del settore produttivo
**Dr.ssa R. Santarelli** *(Direttore Area Scuola, Formazione e Ricerca di Confindustria)*

11.00 Coffee break

11.15 Tavola Rotonda:
Il cambiamento nella formazione per il nuovo mercato
**Prof. M. Decina** *(Coordinatore)*
*(Prof. Ordinario Politecnico di Milano)*
**Prof. S. Nicosia**
*(Prof. Ordinario Università di Roma Tor Vergata)*
Responsabili Risorse Umane di:

| | |
|---|---|
| • Alcatel | **Dr. A. Perucconi** |
| • Ericsson | **Ing. G. Pastore** |
| • Infostrada | **Dr. R. Casarotto** |
| • Marconi | **Ing. G. Olimpo** |
| • RAI | **Dr. P. Gaffuri** |
| • Telecom Italia | **Dr. M. Rosso** |
| • TLC - S - Gruppo Siemens | **Dr. S. Angeleri** |
| • WIND | **Dr. G. Gabrielli** |

13.00 Dibattito
13.15 Conclusioni
**Prof. L. Labruna**
*(Presidente del Consiglio Universitario Nazionale)*

*Mario Di Leo, Responsabile gestione piani operativi delle stazioni di trasmissione - RAI, Roma*

*[n.d.r.] Si informano i lettori del* Notiziario *che l'AEI e l'AIIT, visto l'alto interesse suscitato dalla manifestazione, hanno deciso di far trascrivere gli interventi per pubblicare un volume con i testi da distribuire ai Soci dell'Associazione interessati a questi temi.*

# L'arte è comunicare, comunicare è un'arte

Telecom Italia al Telecom '99

Ginevra, 10-17 ottobre 1999

*Massimo Coronaro, Luigi Fammartino, Tiziana Moro, Fabrizio Nanni, Cinzia Sternini, Tiziana Tascio*

DAL 10 AL 17 OTTOBRE 1999, SI È SVOLTA A GINEVRA LA QUADRIENNALE EDIZIONE DELLA FIERA INTERNAZIONALE SULLE TELECOMUNICAZIONI "TELECOM '99" ALLA QUALE HANNO PARTECIPATO LE PRINCIPALI INDUSTRIE MONDIALI, I GESTORI DI TELECOMUNICAZIONI ED I PRINCIPALI ATTORI CHE OPERANO IN QUESTO AMBITO.

## 1. Lo stand di Telecom Italia

Telecom Italia era presente con uno stand di 1000 mq pensato ed organizzato per assolvere a due funzioni:

- creare un punto di attrazione per i visitatori di passaggio ai quali trasmettere un messaggio di Società nuova pur avendo profonde radici e tradizioni;
- fornire uno spazio adatto all'illustrazione di prodotti e servizi, più orientato a persone invitate o che avessero manifestato un interesse specifico.

All'interno dello stand era stata allestita una grande piazza nella quale venivano proiettati filmati ricchi di proposte e prodotti su un grande Vidiwall; era poi presente una galleria con sei postazioni riservate a demo di prodotti e servizi Telecom quali Superlinea ADSL, Seabone, Village Commerce, Finance Net, Village Trust. All'interno, in uno spazio cinematografico, sono stati proiettati i filmati dei testimonial di Telecom Italia quali grandi clienti nazionali e internazionali, sponsor, oltre naturalmente al filmato istituzionale dell'Azienda.
In un diverso spazio interno, nel quale era stato allestito un teatro, venivano realizzate quotidianamente alcune presentazioni che includevano anche l'illustrazione dei prodotti oggetto di demo, a cui faceva generalmente

analisi delle esigenze formative, le varie approvazioni, i passi burocratici.
Occorreranno cinque anni almeno prima che la riforma vada a regime: nella tavola rotonda i responsabili delle risorse umane hanno messo in rilievo, quasi all'unanimità, che per le aziende è un'era geologica, le aziende non possono aspettare, viaggiano con velocità superiore a quelle dell'Università, non si fa formazione per le tecnologie obsolete o fuori mercato.
Secondo gli interventi al dibattito, l'Università dovrebbe acquisire la merce "conoscenza" sul mercato come le aziende acquisiscono, quando necessario, all'esterno competenze umane, professionali, di business.
L'Università - è stato in conclusione messo in evidenza - non è business, ma è formazione, è ricerca.
Il problema è aperto e certamente non mancheranno nuove occasioni per approfondire nuovamente questi temi e per cercare di far conoscere meglio all'Università le necessità e le attese del mondo dell'industria, specie di quella più innovativa e che ha l'esigenza di essere presente su un mercato globale con prodotti di avanguardia.

**PROGRAMMA**

9.30 Apertura
**Ing. S. Pileri** *(Presidente AIIT)*
**Ing. U. de Julio** *(Presidente AEI)*
**Dr. P. Gaffuri** *(Direttore Risorse Umane RAI)*

9.45 Relazioni introduttive
Nuovo quadro normativo: obiettivi e strumenti
**Dr. A. Masia** *(Direttore Generale Dipartimento Università Ministero del URST)*
Esigenze del settore produttivo
**Dr.ssa R. Santarelli** *(Direttore Area Scuola, Formazione e Ricerca di Confindustria)*

11.00 Coffee break

11.15 Tavola Rotonda:
Il cambiamento nella formazione per il nuovo mercato
**Prof. M. Decina** *(Coordinatore)*
*(Prof. Ordinario Politecnico di Milano)*
**Prof. S. Nicosia**
*(Prof. Ordinario Università di Roma Tor Vergata)*
Responsabili Risorse Umane di:

| | |
|---|---|
| • Alcatel | **Dr. A. Perucconi** |
| • Ericsson | **Ing. G. Pastore** |
| • Infostrada | **Dr. R. Casarotto** |
| • Marconi | **Ing. G. Olimpo** |
| • RAI | **Dr. P. Gaffuri** |
| • Telecom Italia | **Dr. M. Rosso** |
| • TLC - S - Gruppo Siemens | **Dr. S. Angeleri** |
| • WIND | **Dr. G. Gabrielli** |

13.00 Dibattito
13.15 Conclusioni
**Prof. L. Labruna**
*(Presidente del Consiglio Universitario Nazionale)*

*Mario Di Leo, Responsabile gestione piani operativi delle stazioni di trasmissione - RAI, Roma*

*[n.d.r.] Si informano i lettori del* Notiziario *che l'AEI e l'AIIT, visto l'alto interesse suscitato dalla manifestazione, hanno deciso di far trascrivere gli interventi per pubblicare un volume con i testi da distribuire ai Soci dell'Associazione interessati a questi temi.*

# L'arte è comunicare, comunicare è un'arte

Telecom Italia al Telecom '99

Ginevra, 10-17 ottobre 1999

*Massimo Coronaro, Luigi Fammartino, Tiziana Moro, Fabrizio Nanni, Cinzia Sternini, Tiziana Tascio*

DAL 10 AL 17 OTTOBRE 1999, SI È SVOLTA A GINEVRA LA QUADRIENNALE EDIZIONE DELLA FIERA INTERNAZIONALE SULLE TELECOMUNICAZIONI "TELECOM '99" ALLA QUALE HANNO PARTECIPATO LE PRINCIPALI INDUSTRIE MONDIALI, I GESTORI DI TELECOMUNICAZIONI ED I PRINCIPALI ATTORI CHE OPERANO IN QUESTO AMBITO.

## 1. Lo stand di Telecom Italia

Telecom Italia era presente con uno stand di 1000 mq pensato ed organizzato per assolvere a due funzioni:

- creare un punto di attrazione per i visitatori di passaggio ai quali trasmettere un messaggio di Società nuova pur avendo profonde radici e tradizioni;
- fornire uno spazio adatto all'illustrazione di prodotti e servizi, più orientato a persone invitate o che avessero manifestato un interesse specifico.

All'interno dello stand era stata allestita una grande piazza nella quale venivano proiettati filmati ricchi di proposte e prodotti su un grande Vidiwall; era poi presente una galleria con sei postazioni riservate a demo di prodotti e servizi Telecom quali Superlinea ADSL, Seabone, Village Commerce, Finance Net, Village Trust. All'interno, in uno spazio cinematografico, sono stati proiettati i filmati dei testimonial di Telecom Italia quali grandi clienti nazionali e internazionali, sponsor, oltre naturalmente al filmato istituzionale dell'Azienda.
In un diverso spazio interno, nel quale era stato allestito un teatro, venivano realizzate quotidianamente alcune presentazioni che includevano anche l'illustrazione dei prodotti oggetto di demo, a cui faceva generalmente

seguito un dibattito con il pubblico. Le presentazioni riguardavano, tra l'altro, i seguenti temi:

- *Seabone: la connettività Internet internazionale.* Seabone è una dorsale internazionale IP che consente di connettere i clienti ad alta velocità alla Global Internet, mediante collegamenti diretti, verso le principali reti nordamericane ed europee;
- *TMI: l'offerta dei servizi integrati globali di prossima generazione.* TMI fornisce servizi avanzati per la trasmissione di voce e dati e per applicazioni multimediali orientate a clienti multinazionali. La rete TMI possiede più di cento punti di presenza in oltre quaranta nazioni in Europa, Nord America, Oriente e Sud America. L'ultimo prodotto offerto da TMI è stato chiamato MondoNet e si caratterizza come una soluzione globale di rete privata virtuale IP, integrata per voce e dati. MondoNet completa così una lunga lista di servizi già compresi nel portafoglio TMI che include servizi Frame Relay, accessi X.25, outsourcing, messaggistica e videoconferenza;
- *Finance Net: le soluzioni bancarie via Internet.* Il servizio consente agli istituti di credito di offrire alla propria clientela servizi finanziari attraverso "canali virtuali" basati sull'utilizzo delle più moderne reti di telecomunicazioni. Sono disponibili in particolare due servizi: *Find* per il supporto all'attività della rete di vendita della banca nel comparto della consulenza finanziaria; *Borsa online* grazie al quale il cliente può accedere, ad esempio, ad un flusso continuo di informazioni aggiornate in tempo reale su titoli azionari, simulando portafogli virtuali;
- *Village Commerce: il servizio di commercio elettronico.* Telecom Italia propone alle aziende una soluzione globale che include: la realizzazione di vetrine e cataloghi, la gestione affidabile degli ordini attraverso un sistema specializzato, il supporto dei pagamenti online tramite istituti di credito convenzionati, la consegna delle merci grazie a società partner, l'impiego di tecnologie sofisticate di certificazione numerica per garantire la massima sicurezza delle transazioni;
- *Village Trust: la firma digitalizzata.* Il servizio consente lo scambio di documenti elettronici, le transazioni commerciali, l'home banking in modo sicuro, offrendo altresì sportelli virtuali, applicazioni di posta elettronica mediante l'impiego dello standard internazionale X.509;
- *ADSL, ATM, IP: tecnologie innovative per servizi avanzati.* La Funzione Rete ha curato in particolare la presentazione delle nuove tecnologie innovative ADSL, ATM, IP per l'offerta di servizi innovativi a larga banda. L'esposizione è stata articolata in due parti riguardanti l'offerta rispettivamente per la clientela affari e per quella residenziale. La presentazione, che si teneva due volte al giorno, è stata particolarmente seguita dal pubblico che ha mostrato notevole apprezzamento per gli argomenti trattati da Telecom Italia.

## 2. Visita agli altri padiglioni

Dall'esposizione come nelle precedenti occasioni sono emersi numerosi punti di interesse, alcuni per gli specialisti dei diversi settori specifici, altri di carattere più generale. Si riassumono nel seguito gli aspetti più rilevanti ricavati dalla visita all'esposizione.

### *2.1 Soluzioni per la rete commutata*

Tra le diverse proposte presentate dai costruttori, sono risultate di maggiore interesse quelle di Lucent, Siemens e Alcatel per le quali si illustrano nel seguito gli aspetti di maggior rilievo.

*Lucent.* La "vision" di Lucent si basa sulla considerazione che, in uno scenario che vede una crescita straordinaria del traffico dati e la presenza di molti nuovi competitor, la posizione dei gestori tradizionali deve essere quella di dotarsi di una piattaforma flessibile che permetta, nel prossimo futuro, di offrire servizi avanzati riducendo i costi, oggi superiori a quelli sostenuti dagli operatori alternativi che costruiscono la propria rete in un contesto *green-field*.
Secondo Lucent, la flessibilità di rete può essere raggiunta con:

- la trasformazione delle *core networks* tradizionali in reti multiservizio a pacchetto;
- la separazione dei livelli architetturali su cui poggiano i servizi e la creazione di una piattaforma middleware programmabile e flessibile;
- la predisposizione di interfacce aperte per permettere di commissionare lo sviluppo dei servizi a terze parti.

L'evoluzione dovrebbe procedere parallela-

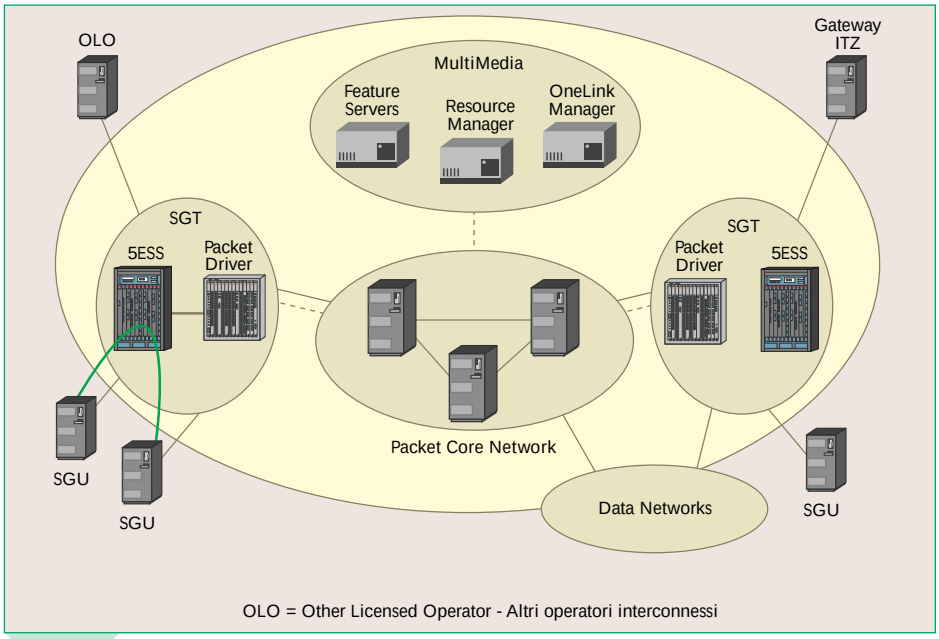



**Figura 1** *Architettura di rete della soluzione Lucent 7R/E Packet Driver.*

mente alla trasformazione della rete tradizionale in rete multiservizio, a partire dal livello di transito (in maniera trasparente al cliente) e poi verso le terminazioni (nuovi servizi evoluti e integrati di voce e dati). La seconda fase consiste nella convergenza delle varie funzionalità con il concetto di *application server*. Questa soluzione consentirebbe di controllare, in maniera integrata, i diversi tipi di servizi offerti sia sulla rete a pacchetto, sia su quella commutata, per la fonia e per i dati Web. Inoltre, attraverso le interfacce programmabili ed il concetto di softswitch, l'autocommutatore, che realizza gran parte delle funzionalità via software, sarebbe in grado di interlavorare con un gran numero di sistemi esterni e su qualunque tipo di piattaforma.

Per le piattaforma di commutazione Lucent propone due soluzioni, appartenenti ad un'unica famiglia, denominata *7R/E (7 Revolution/ Evolution)*, basate su un insieme comune di elementi, che possono anche coesistere nella stessa rete:

- *soluzione Packet Driver:* consiste nell'evoluzione del sistema di commutazione tradizionale, per il mercato nordamericano, 5ESS con l'introduzione di un modulo denominato Packet Driver;
- *soluzione 7R/E Packet Gateway (Stand Alone):* è costituita da una soluzione innovativa, indirizzata anche a gestori di rete che non abbiano in servizio sistemi di commutazione del tipo 5ESS.

Con quest'architettura il controllo della chiamata e dei servizi tradizionali è affidato al cosidetto *Call Feature Server*, inserito come elemento della rete a pacchetto, ma separato dall'autocommutatore tradizionale. Secondo elemento della rete è il *Programmable Feature Server*, in grado di fornire un ambiente di programmazione aperto per soddisfare una fornitura rapida di servizi futuri.

Altro elemento chiave è l'*One Link Manager*, che è il sistema integrato di gestione di tutti gli elementi di rete della famiglia 7R/E. Esso è adatto per l'*One-step provisioning* e per l'autoconfigurazione dei servizi da parte degli utenti.

Per un gestore che sia nelle condizioni di realizzare completamente una nuova rete *(greenfield)*, in quanto è un *new entrant* o è uno tradizionale *(incumbent)* che voglia creare un'infrastruttura sovapposta a quella già funzionante, la soluzione che Lucent propone è quella caratterizzata dalla presenza dei prodotti della famiglia *7R/E Packet Gateway*.

Per i gestori che invece ritengono di dover impiegare la propria base di sistemi installati,

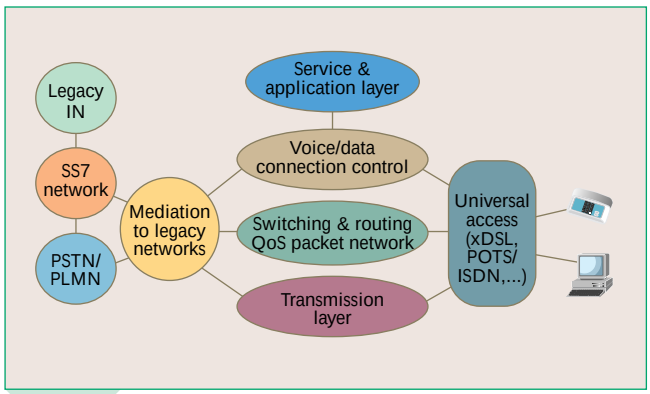



**Figura 2** *Architettura multiservizio Siemens.*

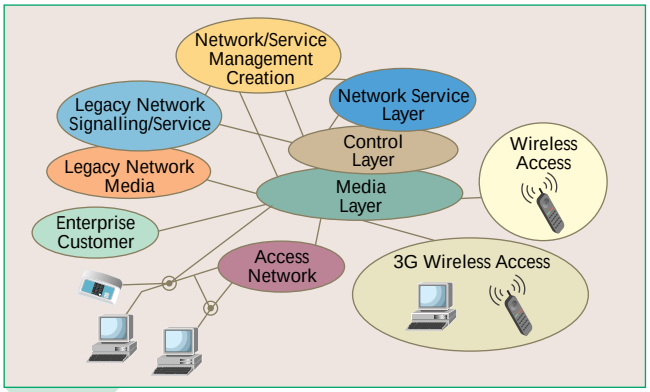



**Figura 3** *Modello di rete Alcatel con i diversi livelli: servizio, controllo e trasporto.*

alla matrice di commutazione del 5ESS sarà affiancato il Packet Driver che consiste in una matrice ATM, un modem pool integrato, *RAS (Remote Access Server)* integrato, un gateway ITZ, un gateway per la segnalazione, un concentratore di accesso e un IP router. Questo dispositivo dispone di interfacce proprietarie verso la SM2000 e interfacce ATM *UNI (User Network Interface)* e *PNNI (Private Network Node Interface)* verso l'accesso e la rete dorsale ATM.

***Siemens.*** La soluzione SURPASS per rete multiservizio a pacchetto, sviluppata dalla Siemens insieme a Unisphere Solution, nuova società con sede negli Stati Uniti sorta dalla fusione di alcune società recentemente acquisite da Siemens (Argon Network, Castle Network e Redstone Communication), si basa sulla suddivisione in livelli logicamente separati e sovrapposti. I livelli principali sono: il servizio e le applicazioni, il controllo di chiamata, la commutazione e la trasmissione.
Anche la soluzione Siemens, come quelle proposte dagli altri costruttori per l'integrazione di voce e dati, si basa sull'inserimento di un *gateway* (denominato *Surpass hiG)* tra le attuali reti proprietarie e la nuova rete multiservizio e di un *server* (denominato *Surpass hiQ)* per la gestione delle chiamate, l'interlavoro di segnalazione e l'accesso ai servizi. È prevista inoltre la presenza di un nodo di *accesso multiservizio* (denominato *Surpass hiA)* che funge anche da concentratore.
Per quanto riguarda la rete di trasporto è prevista la realizzazione sia in tecnologia ATM, sia IP ma con garanzia di qualità del servizio.

***Alcatel.*** Anche in questo caso, il modello di rete prevede una separazione tra i livelli di servizio, controllo e trasporto (figura 3).
Le principali caratteristiche della soluzione presentata da Alcatel riguardano la separazione delle funzionalità di controllo e dei servizi e del trasporto, l'interoperabilità con gli attuali sistemi della rete telefonica, l'impiego di due tecnologie per il trasporto (ATM e IP) coerente con gli attuali standard internazionali.
La topologia di rete prevede la presenza di *gateway* tra le reti PSTN e GSM esistenti e la rete di trasporto a pacchetto. Separati dai gateway di accesso ci sono quelli di segnalazione, che terminano i livelli utente di segnalazione e i *call server* che svolgono funzioni di controllo della chiamata (figura 4).
Il *Call Server* fornisce le funzionalità di controllo e i servizi per le comunicazioni basate sul protocollo IP e fa largo riutilizzo del

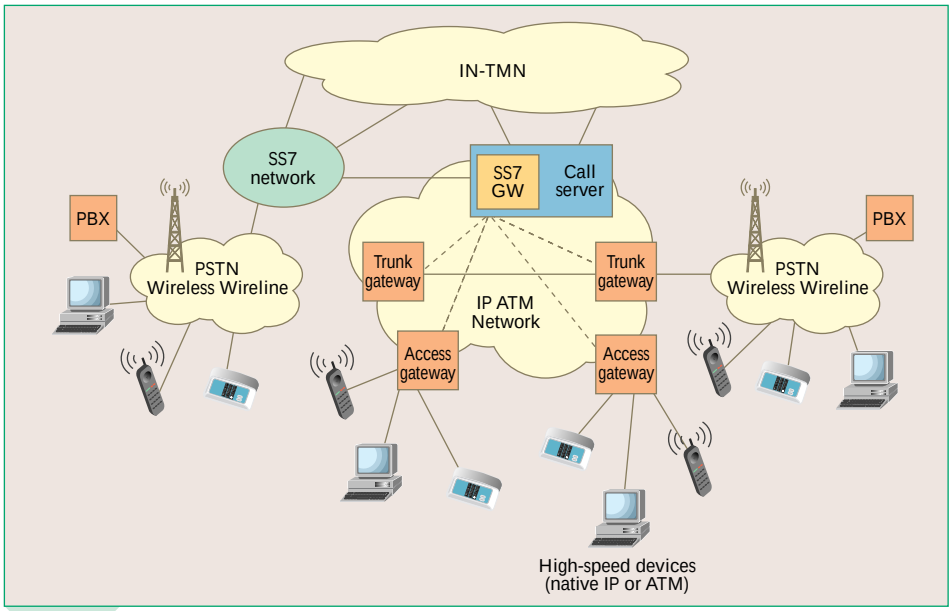



**Figura 4** *Architettura di rete Alcatel.*

software sviluppato per i sistemi telefonici a cui sono state aggiunte le interfacce (come, ad esempio, H.323, SMDS Interface Protocol) e le tipologie dei servizi tipici del mondo dati (IP).

*2.2 Soluzioni per la rete d'accesso: Accessi WLL ai servizi multimediali*

Fra le tematiche più interessanti trattate da vari costruttori presenti al Telecom '99 risalta in particolare quella riguardante l'evoluzione dei servizi dati multimediali interattivi con accesso wireless. In questo contesto si collocano, per gli ambienti geografici e pubblici, le soluzioni basate su reti radiocellulari con standard GSM, *GPRS (General Packet Radio Service)* e PHS (che è lo standard giapponese per il wireless cittadino) e in prospettiva, per il 2001, anche le soluzioni basate su standard *UMTS (Universal Mobile Telecommunication Service)*. A queste soluzioni si affiancano, per l'accesso in sedi private, i sistemi basati su standard di tipo wireless LAN sia nell'ambito di terminazioni affari sia domestico.
La mobilità e l'accesso personalizzato alle informazioni e alle applicazioni, assieme alla possibilità di comunicare interattivamente in qualunque situazione ed ambiente, rappresentano l'obiettivo principale di queste soluzioni.
Nokia ha presentato ad esempio una soluzione per la casa del futuro, basata su una wireless LAN a 11 Mbit/s sulla quale possono viaggiare assieme sia servizi video di tipo distributivo con qualità televisive con standard MPEG sia sessioni Internet. I terminali possono essere un PC wireless, un telefono con browser WAP integrato, ed eventualmente con tastiera, oppure un televisore portatile a schermo piatto ultraleggero.
La connessione verso il "mondo esterno" ad alta velocità è poi garantita da accessi ADSL su coppie in rame per i servizi dati interattivi e Internet o da connessioni via satellite o con cavo coassiale per i servizi di tipo diffusivo numerico a qualità televisiva.
Sempre nel contesto delle soluzioni wireless per la clientela sia professionale sia consumer sono di particolare interesse le proposte evolutive per i terminali mobili dei costruttori giapponesi.
In particolare Toshiba ha presentato terminali videotelefonici wireless portatili con codifica MPEG 4 di elevata qualità che possono funzionare a velocità variabile a partire da 32 kbit/s e con differenti standard radio (W-CDMA, GSM, PDC Personal Digital Cellular, PHS).
Nel campo dei *PDA (Personal Digital Assistant)*, Sharp ha realizzato una versione del proprio PDA con schermo a colori e interfaccia radio alla rete PHS (standard giapponese) a 64 kbit/s. Con questo apparato che ha le dimensioni di un'agenda tascabile è possibile l'accesso a Internet con una eccellente qualità video impiegando un browser proprietario compatibile con gli standard *HTML (Hyper Text Markup Language)*.

## 3. Terminali per l'accesso ad Internet dalla rete fissa

Un altro tema di notevole rilevanza è rappresentato dalla evoluzione dei terminali per l'accesso a Internet da rete fissa del tipo Screenphone o Network Appliance. Molte le soluzioni con accesso da rete commutata POTS ed ISDN a prezzi inferiori ai 500 dollari USA. Alcatel prevede per la fine del Duemila anche lo screenphone con accesso ADSL integrato. Questi terminali sono una valida alternativa al PC per l'accesso agli *ISP (Internet Service Provider)* e per la navigazione in Internet. Alcuni fornitori permettono all'ISP di aggiornare il software sul terminale e per abilitare i servizi da terminale remoto proponendo così un'offerta da personalizzare.

## 4. Soluzioni significative per la rete di accesso a larga banda

Numerose sono le soluzioni che i principali costruttori presenti a questa manifestazione stanno proponendo con riferimento alla tecnologia PON, ADSL oltre che di nodi multiservizio.
L'impressione ricavata dalla visita è che la tecnologia ADSL è proposta dai costruttori per le applicazioni di tipo residenziale e SOHO, principalmente per offrire servizi multimediali Internet ed Intranet, mentre si pensa a soluzioni SDSL su rame o a sistemi PON secondo lo standard G.983 in configurazione FTTOffice su fibra per l'utenza affari.
A quest'ultima tecnologia sembrano puntare molto i costruttori giapponesi mentre quelli europei, tranne BOSCH (che la propone anche per utenza residenziale), sembrano più orientati ad impiegare sistemi che si adattino alla rete rame esistente. Per quanto si è

potuto osservare la soluzione G.lite, che consente una maggiore semplicità di installazione e costi contenuti, era solo annunciata e quasi mai mostrata negli stand. Anche nei casi in cui era dichiarata presente si trattava di soluzioni semplificate di ADSL con software G.Lite che tuttavia non presentano nessun vantaggio tipico della G.Lite (basso consumo ed elevata integrazione).

*BOSCH* ha presentato il sistema PON nella versione denominata iFLEX che sarà disponibile a breve nei laboratori CSELT per una sperimentazione di servizi e di tecnologia del collegamento terminale in rame. Questa soluzione basata sulla tecnologia VDSL consente una velocità di trasmissione massima 13 Mbit/s simmetrico sfruttando il doppino telefonico fino ad un km di lunghezza. Inoltre questo sistema prevede di adeguarsi nei suoi prossimi sviluppi alle specifiche ITU-T G.983.1-2 e l'integrazione meccanica della terminazione della rete di accesso (nodo di centrale) dell'interfaccia STM-1 verso la rete di accesso.

*Panasonic* ha esposto una soluzione PON costituita da una sola fibra su cui trasmettere in banda base, TDM-TDMA, usando la lunghezza d'onda di 1310 nm nei due versi downstream ed upstream; sempre sulla stessa fibra con l'uso della tecnica WDM è anche possibile trasportare segnali video analogici in tecnica *SCM (Sub-Carrier Multiplex)* alla lunghezza d'onda di 1550 nm.

*Alcatel* ha mostrato un prototipo di modem VDSL con prestazioni fino a 60 Mbit/s suddiviso in maniera flessibile nei due sensi di trasmissione downstream ed upstream. I limiti di questa tecnologia sono dovuti alla non conformità con gli standard FSAN ed ETSI e agli elevati consumi. Alcatel sta comunque operando per allineare il prodotto presentato con gli standard e nel ridurre il consumo dell'apparato (da 10 a 4W). I primi esemplari di questi nuovi sviluppi sono previsti per il 2001. In particolare, nello stand Alcatel era presentata in evidenza la soluzione DSLAM che Telecom Italia sta introducendo nella propria rete.

*NOKIA* ha fatto prendere visione della soluzione di piattaforma multitecnologia (ADSL full rate, e SDSL) sostanzialmente basata su due tipologie di apparato: il D50 nodo periferico per la raccolta delle linee ADSL e SDSL e un nodo centrale R700 con funzioni di "cross connect ATM" e routing virtuale. Nokia presentava anche terminazioni di rete (NT) con interfacce wireless a standard IEEE 802.11 fino a 11 Mbit/s alle quali è possibile connettere un set top box e un PC. In questo stand erano mostrati diversi servizi multimediali tra cui un servizio di "video on demand" usando flussi video numerici MPEG2 su IP, su ATM o su ADSL.

*Newbridge* ha presentato la piattaforma di accesso multitecnologia "36170" nei suoi diversi elementi costituenti, che comprendono anche un nodo Backbone ATM xx450 con capacità di commutazione fino a 450 Gbit/s. La Newbridge aveva puntato molto sulla dimostrazione dei servizi che possono essere offerti attraverso la propria piattaforma di rete. Erano infatti presenti servizi di accesso veloce ad Internet, Video On Demand con flussi video MPEG2 su IP su ATM e su ADSL, home banking, home shopping, video game e videoconferenza. Le tecnologie di accesso nei nodi erano ADSL e SDSL.

## 5. Conclusioni

La manifestazione Telecom '99 ha rappresentato un momento di particolare importanza nel panorama delle telecomunicazioni, giocando un ruolo primario in questo ambito, quale scenario delle più moderne ed innovative soluzioni che si prefigurano negli sviluppi futuri del mondo dell'*Information and Communication Technology*. Le tendenze evolutive sono sempre più chiaramente orientate verso l'utilizzo di tecnologie avanzate nella rete di accesso e nel wireless con l'obiettivo di consentire alla clientela di usufruire di servizi a larga banda, dove un ruolo di primo piano è rappresentato da Internet, motore di crescita e di sviluppo sociale, economico e industriale.

*Massimo Coronaro, Luigi Fammartino, Tiziana Moro, Fabrizio Nanni, Cinzia Sternini, Tiziana Tascio - Telecom Italia, Roma*

# LA FOTONICA AI TEMPI DI INTERNET

ALCUNE RIFLESSIONI SULLA VENTICINQUESIMA CONFERENZA EUROPEA SULLE COMUNICAZIONI OTTICHE (ECOC '99)

*Giancarlo De Marchis, Mauro Giaconi, Marina Settembre, Gaetano Vespasiano*

## 1. Il Convegno

Le fibre ottiche, e più in generale i sistemi ottici, sono i veri fattori abilitanti la rivoluzione della comunicazione che sta gradualmente portando, alle soglie del terzo millennio, la Società Umana nella società della conoscenza, nel più ampio contesto dell'*ICT (Information and Communication Technology)*. Solo, infatti, le tecnologie ottiche sono in grado di trasportare, commutare e trattare l'elevata quantità di dati necessaria per lo sviluppo della società dell'informazione, rispetto alla quale Internet è, probabilmente, solo la punta di un iceberg di cui non è nemmeno immaginabile l'estensione in un avvenire ormai prossimo.
Una conferma di questa riflessione è venuta dalla 25esima edizione della conferenza *ECOC (European Conference on Optical Communications)* che si è tenuta a Nizza dal 26 al 30 settembre, sicuramente il più rilevante punto di riferimento europeo delle attività di ricerca avanzata nei settori delle comunicazioni ottiche e delle reti[1].
Ancor più che nelle edizioni precedenti, la conferenza ha avuto una grande partecipazione, sia di lavori presentati sia di delegati, provenienti prevalentemente dall'Europa, ma - in numero significativo - anche dal Giappone e dagli Stati Uniti. I contributi sono stati oltre 340 ed i delegati circa 1700, e questi dati, da soli, testimoniano da un lato la grande valenza scientifica e tecnica di questo congresso, dall'altro lato l'interesse estremo per gli argomenti trattati, da parte del mondo accademico, della ricerca, della manifattura e dei gestori, di tutti i settori delle telecomunicazioni.
L'interesse per la conferenza non è tuttavia solo giustificato dall'ampiezza e dalla rilevanza tecnico-economica dello sviluppo delle reti e dei conseguenti servizi, ma, paradossalmente, dagli interrogativi e dalle incognite, di tipo tecnologico, tecnico e sistemistico, che caratterizzano le presenti e future evoluzioni di tali reti, e ciò nonostante gli incredibili progressi di questi anni. Paradigmi ormai creduti assestati, come l'ATM, sono messi in dubbio, scelte che sembravano assodate, come le reti completamente ottiche, sono oggetto di caute riflessioni, e si parla già di reti opache; nuovi sistemi - come i rigeneratori ottici - si apprestano a rovesciare equilibri che sembravano consolidati, tecniche già impiegate in altri ambiti - come i codici a correzione di errore - sono in grado di cambiare ovunque limiti e prospettive. L'annuncio di queste possibili innovazioni avviene mentre, seppur faticosamente, il paradigma *WDM (Wavelength Division Multiplexing)* con il suo corollario di commutazione ottica, sta invadendo ogni settore delle reti - dalle dorsali *(backbone)* alle reti di accesso - ma contrastato, sempre con minor determinazione, dal parallelo, e sotto certi versi stupefacente, sviluppo dei sistemi *OTDM (Optical Time Division Multiplexing)*, ormai giunti incredibilmente nell'area dei Terabit al secondo, in critici equilibri tra dispersione e non linearità delle fibre.
In questo scenario permangono le incertezze riguardo agli sviluppi delle reti di accesso, vero collo di bottiglia del sistema, nonostante l'elevato numero delle soluzioni possibili, o forse proprio per questo; le obiettive difficoltà tecniche ed economiche si accompagnano agli interrogativi che tuttora si pongono relativamente alle esigenze effettive, come banda e qualità richiesta, dei futuri, e quindi di fatto in realtà non ancora noti, servizi multimediali.
Il congresso ha ben rappresentato uno spaccato a tutto tondo di tali incognite e delle possibili soluzioni, testimoniando, nella vivacità dei dibattiti e nel calore degli interventi, tutto il turbinio che investe il mondo delle telecomunicazioni, in precario equilibrio tra un presente che si modifica incessantemente, travolto dalle esigenze del business degli attori implicati in questa arena, e un futuro che altrettanto incessantemente muta di direzione, talora con spregiudicate scelte innovative, talaltra sembrando indugiare, più giudiziosamente, verso soluzioni meno audaci.
Degna cornice al congresso è stata la ricca mostra di sistemi ottici - duecento espositori circa, rappresentanti delle più prestigiose

(1) *La conferenza è stata organizzata dalla Société des Electriciens et des Electroniciens, congiuntamente all'EUREL (Convention of National Societies of Electrical Engineers of Europe), alla Commissione Europea DG XIII, alla European Optical Society, alla IEEE Communications Society, all'IEEE Laser and Electro-Optics Society, ad OSA (Optical Society of America) ed a SFO (Société Française d'Optique).*

ditte mondiali - prova ulteriore della vivacità del settore, delle sofisticate tecnologie disponibili, delle raffinate soluzioni possibili.

## 2. Le sessioni tecniche

Considerato l'elevato numero dei contributi e l'estrema articolazione delle comunicazioni ottiche, le sessioni sono state numerose (trentanove) e molto spesso in parallelo[2].
Nel seguito si esaminano i più recenti sviluppi delle comunicazioni ottiche, così come sono emersi nella conferenza, soffermandosi sui temi di più rilevante attualità.

## 3. Le reti ottiche

Buona parte dell'attività di ricerca nel campo delle reti ottiche è concentrata sull'obiettivo di introdurre in rete nuove funzionalità realizzabili solo a livello ottico o di portare a livello ottico quelle già svolte a livello elettrico, dando origine a una nuova struttura di rete nota come rete ottica di trasporto, *OTN (Optical Transport Network)*. Parallelamente si tende ad estendere l'impiego delle tecnologie ottiche a quelle parti di rete - come l'area d'accesso e la rete metropolitana - dove sono normalmente assenti o impiegate solo in trasmissione. Oltre allo studio delle reti destinate al tradizionale traffico telefonico, basate su *SDH (Synchronous Digital Hierarchy)*, parte dell'attività è oggi orientata verso reti innovative per il trasporto e la commutazione di pacchetti ottici, che, verosimilmente, saranno la soluzione del futuro.
Uno dei principali requisiti posti sulle reti ottiche di trasporto è quello della trasparenza ai segnali clienti della rete: nel passato è stata posta una grande enfasi sulla trasparenza assoluta, concetto che forse non tiene nel dovuto conto le inevitabili restrizioni imposte sia dagli aspetti fisici sia da quelli economici e di gestione. Gli aspetti fisici fanno sì che le degradazioni del segnale, imposte dalle non linearità, dalla dispersione e dal rumore di amplificazione, accumulandosi limitino le dimensioni di una rete trasparente per una determinata capacità di traffico. Le altre limitazioni si presentano nella fase di progetto ed in quella di gestione. Il progetto di una rete contenente permutatori ottici, *OXC (Optical Cross Connect)* o multiplatori ottici con inserzione ed estrazione, *OADM (Optical Add and Drop Multiplexer)*, e che si voglia trasparente è estremamente complesso; i segnali possono essere originati e terminati in qualsivoglia nodo, e questo implica che gli apparati vengano progettati per consentire il trasporto sul cammino più critico della rete.
Questo quadro si complica quando la rete viene ampliata, in quanto si può avere un nuovo cammino peggiore e questo implica o una sostituzione degli apparati o un progetto iniziale che tenga conto di tutte le possibili espansioni future; questo approccio limita però la possibilità di immettere in rete, in un secondo tempo, componenti nuovi o più evoluti, come, ad esempio, amplificatori operanti in una banda inizialmente non prevista.
La normalizzazione degli apparati - per ottenere la cosiddetta compatibilità trasversale dei sistemi trasmissivi - ha contribuito ad abbassare i costi di rete, in quanto ha permesso lo sviluppo di competizione tra i fornitori; di fronte alla richiesta di trasparenza della rete la normalizzazione potrebbe rivelarsi tuttavia estremamente complessa, poiché potrebbe di nuovo obbligare alla scelta di un unico fornitore. La conseguenza di questi condizionamenti è che molti, ormai, cominciano a parlare di reti ottiche opache (ove ad esempio si utilizzano rigeneratori elettronici).

### *3.1 Le reti d'accesso*

Nell'era dell'esplosione irrefrenabile del fenomeno Internet, il collo di bottiglia per la fruizione da parte del cliente di servizi ad alta velocità è, come già detto, costituito dal suo collegamento d'accesso alla rete. Qui le tecnologie ottiche potrebbero dispiegare il loro elevato potenziale, se non si avesse un freno da problemi legati al costo, ritenuto ancora eccessivo, e alle onerosità di messa in opera di un impianto in fibra negli appartamenti domestici. L'unico Paese in cui si sta procedendo ad una posa significativa di cavi ottici fino a casa dell'utente *FTTH (Fiber To The Home)*, è il Giappone, in cui il gestore dominante, NTT,

(2) *Le sessioni in cui è stato articolato il congresso sono state: commutazione a pacchetto e rete ottica; fibre a cristalli fotonici; gestione della dispersione (Dispersion Management); amplificatori e laser di pompa; reti con permutatori (Cross Connect) ottici; laser a fibra attiva; sistemi ad elevata capacità; componenti WDM (Wavelength Division Multiplexing); commutatori (Switches); reti di accesso ottiche; reticoli (Gratings); effetti delle non linearità delle fibre; solitoni e sistemi a grande distanza; componenti a cristalli fotonici; funzioni ottiche di rete; amplificatori; fibre; cavi e componenti in fibra; optoelettronica e componenti in ottica integrata; tecnologie di sistema; distorsione di polarizzazione; componenti ad elevata velocità; TDM (Time Division Multiplexing); reti ottiche ad anello; componenti in tecnologia "a pozzi quantici" (quantum well); gestione delle reti ottiche; progetti di ricerca nazionali; selezione di lunghezza d'onda (Wavelength Selection); ricevitori ed elettronica; componenti ottici; sistemi analogici; reti ottiche; effetti non lineari; sistemi per brevi distanze; laser e modulatori; rigeneratori; progetto di fibre; ottimizzazione dei sistemi; VCSELs (Vertical Cavity Surface Emitting Lasers).*

sfruttando il vantaggio logistico di avere un grande quantità di canalizzazioni nelle aree degli uffici e la distribuzione con cavi aerei nelle aree residenziali, sta attuando una politica di sostituzione progressiva del rame, realizzando una rete in fibra fino all'edificio, *FTTB (Fiber To The Building)*, e attestando una decina di utenti, a banda stretta, su una singola terminazione ottica di rete. A richiesta dell'utente, la larga banda può essere fornita realizzando l'ultimo tratto in fibra. L'architettura di rete prescelta è pienamente conforme a quanto deciso in ambito *FSAN (Full Service Access Network)*, con reti ottiche passive che trasportano celle ATM, indicate come *ATM-PON (ATM-Passive Optical Network)*.
Nell'ambito delle reti di accesso le tecnologie ottiche possono consentire anche l'integrazione tra la fibra e la radio, per facilitare la diffusione di servizi, con necessità di banda molto diverse, quali la telefonia cellulare, il nomadic computing e i servizi a larga banda di tipo *LMDS (Local Multipoint Distribution System)* e *MMDS (Multichannel Multipoint Distribution System)*. Qui, potrebbero verificarsi richieste improvvise di maggiore capacità in una determinata area e la multiplazione WDM è la candidata ideale a risolvere il problema senza richiedere modifiche dell'impianto in fibra. Inoltre, i sistemi WDM potrebbe ospitare servizi e/o operatori differenti realizzando la cosiddetta *service & operators segregation*.
La condivisione del canale di ritorno tra più utenti connessi alla stessa rete d'accesso costituisce un altro punto nodale della ricerca: sono state proposte tecniche diverse, dal *TDMA (Time Division Multiple Access)* del progetto ACTS PLANET, capace di fornire una capacità complessiva di 311 Mbit/s agli utenti di una super-PON da 2048 terminazioni, alla multiplazione di coerenza di sorgenti a spettro largo per velocità di cifra moderate, all'accesso multiplo a divisione di codice ottico, *OCDMA (Optical Code Division Multiple Access)* nelle versioni *frequency hopping*, *time spreading* e mista. La tecnica OCDMA può, inoltre, essere combinata con i sistemi WDM per fornire accessi a velocità dell'ordine del gigabit al secondo, fornendo una possibile alternativa al WDM denso.

### *3.2 La commutazione di pacchetto ottica*

Di nuovo l'esplosione delle comunicazioni in Internet, basate sul protocollo IP, porta all'esigenza di disporre di una infrastruttura veloce di trasporto che non può non essere ottica.
La tendenza generale è verso la riduzione del numero degli strati con un conseguente risparmio della banda utilizzata per il protocollo di controllo associato a ogni strato e un risparmio del numero di apparati. Al riguardo, si pensa di riuscire ad arrivare entro breve termine a trasportare IP direttamente su WDM realizzando dispositivi di nuova concezione come router IP ottici con capacità di instradamento di dati a velocità confrontabili con quelle del canale trasmissivo e apparati capaci di svolgere funzioni oggi distribuite tra più strati.
La direzione in cui ci si muove è quella di una rete destinata a trasportare soprattutto dati, che non richiedono qualità di servizio estremamente elevate e in cui contano molto più la quantità delle informazioni fornite all'utente nell'unità di tempo e l'economicità del servizio.
La tendenza è quindi verso lo sviluppo di reti e tecnologie con costi contenuti in grado di rivoluzionare il modo stesso con cui la rete viene oggi percepita: si è fatta strada l'idea di poter costruire una rete destinata al trasporto di pacchetti *IP (Internet Protocol)*, in cui la voce, destinata a divenire una quota molto bassa del traffico totale, sarà offerta come servizio IP con qualità garantita.
In questa direzione, gli sviluppi recenti di tecnologie quali il WDM ad ampia spaziatura tra canali, l'Ethernet a 10 Gbit/s (10xGbE), il protocollo *MPLS (Multi Protocol Label Switching)* che permette il ripristino e la protezione della rete a livello 3 della pila OSI, hanno permesso ad alcuni operatori (principalmente negli Stati Uniti e in Canada) di posare reti ottiche in cui si possa fare a meno del SONET/SDH per le operazioni di gestione della rete o del *DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing)* per la trasmissione, soluzione che consente risparmi di risorse. Questo fenomeno sembra, almeno nel Nord America, in crescita: i gestori di rete si trovano, infatti, di fronte a una crescente offerta di fibra da parte di fornitori di servizi di trasporto tra loro in competizione.
In tale situazione, il trasferimento di tecnologie tipiche delle LAN alle reti ad estensione metropolitana o regionale rende possibile la costruzione di una rete Internet ad alta velocità in cui le lunghezze d'onda, o "cammini ottici" *(lightpath)*, possono essere trattati come collegamenti punto-punto di basso livello tra router ad elevate prestazioni. Invece di spostare le funzionalità di instradamento, controllo delle prestazioni e protezione del SONET/SDH e dell'ATM a livello ottico, come proposto e previsto nelle OTN, l'Internet ottica, proposta ad esempio nell'ambito del progetto canadese guidato da Canarie, CA*net 3, sposta le stesse funzionalità nei livelli più alti della rete (livello 3 OSI).

L'economicità rispetto alle soluzioni tradizionali di incapsulamento di IP su ATM e poi su SDH, deriva anche dalla possibilità di usare risorse di rete normalmente tenute di riserva, come le lunghezze d'onda non utilizzate in sistemi DWDM o quelle previste per la protezione di anelli SDH. Comunque l'applicabilità di queste tecnologie è ancora da dimostrare e, per il momento, un passaggio intermedio, tecnologicamente più maturo, è costituito da un'architettura di rete basata su tre strati: IP su SDH su WDM, in cui il controllo e l'intelligenza della rete vengono svolti prevalentemente dallo strato SDH. Tra l'altro, anche per salvaguardare gli investimenti già fatti, si sta verificando un rapido incremento della capacità disponibile nei sistemi SDH (40 Gbit/s).
Un passo ulteriore nella direzione di una rete ottica senza connessione è costituito dalla commutazione fotonica di pacchetto, in cui i router agiranno a livello ottico, instradando i pacchetti senza trasferirli allo strato elettrico. In questo campo la ricerca mira essenzialmente a definire le architetture dei nodi che eseguiranno tali funzioni e le prestazioni ottenibili.
Si hanno già alcuni prototipi funzionanti, con capacità complessive sino a 2,56 Tbit/s (256 porte da 10 Gbit/s) ma presumibilmente saranno necessari ancora alcuni anni di studio e di sperimentazione prima di avere sistemi in rete.

*3.3 Reti ad anello*

Una delle prime applicazioni della trasmissione DWDM potrebbe essere basata, per convinzione diffusa, su anelli di dimensioni limitate in area metropolitana o regionale. Risolti sostanzialmente gli aspetti trasmissivi, sono adesso esaminate le problematiche di affidabilità di tali architetture, onde definire gli schemi di protezione dai guasti e le relative prestazioni. La difficoltà è dovuta alla necessità di far convivere queste funzionalità realizzate a livello ottico con quelle già operanti nello strato SDH, eventualmente disabilitando in parte o in tutto queste ultime. La protezione è, in realtà, solo uno dei punti da tenere in conto nel predisporre le procedure di gestione di una rete ottica a multilunghezza d'onda.
Il lavoro sta procedendo, soprattutto in sede ITU (Raccomandazione G.872), e l'attività di ricerca e normalizzazione riguarda in primo luogo la definizione dell'architettura funzionale delle reti ottiche. È prevista la suddivisione della rete in tre sottostrati ai quali si aggiunge il livello di gestione. I requisiti richiesti sono: conservazione della stratificazione di rete e della trasparenza ai segnali cliente; instaurazione ed abbattimento del sentiero *(trail)* ottico con eventuale capacità di multicast, controllo della connettività, rilevazione dei guasti, misura e sorveglianza delle prestazioni e della qualità del servizio, protezione dei sentieri di canale ottico e di sezione ottica di multiplazione.
Le problematiche d'interlavoro tra i meccanismi di protezione rimangono argomento di studio anche se, ormai, sono state già individuate alcune possibili soluzioni: lo strato ottico potrebbe intervenire in maniera assai rapida disabilitando la protezione SDH, soluzione per la quale tuttavia al momento mancano tecnologie adeguate; oppure lo strato cliente potrebbe mettersi in attesa, una volta rivelato il guasto, che lo strato ottico esegua le procedure di protezione, intervenendo solo quando è rivelata l'impossibilità di ristabilire il collegamento. Oppure si potrebbero integrare i sistemi di controllo di più livelli di rete in modo tale da inibire, ove necessario, i meccanismi di protezione in competizione.

*3.4 Gli impianti di prova nazionali*

Gli studi sulle reti ottiche WDM hanno dato origine, già da qualche anno, alla realizzazione di impianti di prova *(test bed)* per tale tecnologia, in modo da verificarne le prestazioni. Il più antico e noto esperimento in campo è quello costituito dal progetto MONET, un test bed che integra tecnologie differenti e apparati di diversi costruttori nell'area di Washington. Nella versione attuale, è costituito dall'interconnessione di dodici nodi di rete dislocati in dieci siti differenti (sei agenzie statali e quattro centrali di commutazione della società telefonica locale), con tutta la rete gestita da un unico sistema di controllo. È ora in corso la trasformazione del test bed in un impianto di prova per tecnologie di interconnessione basate sul protocollo IP, nell'ambito dei progetti Internet II e *NGI (Next Generation Internet)*.
Sul fronte europeo è degno di nota il progetto PEGASO, sviluppato in CSELT come test bed per la sperimentazione dei requisiti posti dalla Raccomandazione ITU/T G.872, per le OTN. Sono stati integrati apparati ottici sia di tipo OADM sia OXC ed è stato sviluppato un sistema di gestione e di manutenzione, *OAM (Operation Administration and Maintenance)*, che, tramite l'utilizzo di un canale ottico di supervisione e un insieme di toni pilota, offre quanto necessario per configurare gli apparati e controllarne il corretto funzionamento, e per rivelare, localizzare e correggere i difetti e le degradazioni della rete; nel seguito sarà verificata l'indipendenza della OTN dai segnali cliente, in vista di una possibile trasmissione di pacchetti IP variamente incapsulati.

## 4. Sistemi di trasmissione

Come già ricordato, il mondo delle telecomunicazioni ha subito un'evoluzione rapidissima grazie alla combinazione di diversi fattori legati a mutate esigenze di traffico (crescita esplosiva di Internet, aumento del traffico dati rispetto alla fonia, ...), mutati scenari politici (liberalizzazione del mercato delle telecomunicazioni, aumento del numero e della concorrenza tra operatori, ...) e, infine, a cambiamenti di tipo sociale (diffusione di apparecchi multimediali sia aziendali che domestici, richiesta di servizi sempre più avanzati, ...). L'attuale tecnologia sembra in grado di poter rispondere alla domanda proponendo diverse soluzioni per sistemi di trasmissione con capacità sempre più alte.
La velocità di trasmissione dei sistemi punto-punto ha subito un incremento da 160 Gbit/s (annunciati nei postdeadline papers della OFC '98 - PD17) a 640 Gbit/s (OFC '99 PD18) nel corso di quest'anno e i lavori presentati a questa conferenza sono un chiaro segnale che l'era del *Terabit/s* è cominciata in anticipo rispetto a ogni previsione, come appare evidente dalla tabella 1.
È importante sottolineare che una velocità di trasmissione così elevata può costituire un elemento strategico solo a condizione che il costo per bit trasmesso non cresca insieme ad essa. Un'alta velocità di trasmissione non dovrebbe infatti essere ottenuta a spese di una minore distanza di trasmissione, o di un incremento del numero degli amplificatori o più in generale di un aumento della complessità del sistema. I lavori presentati nelle sessioni sui sistemi di trasmissione hanno permesso di individuare le limitazioni fisiche ed i requisiti tecnologici per raggiungere questo obiettivo e di proporre soluzioni che si adattino alle diverse esigenze di traffico.
Le principali tecniche trasmissive che consentono di aumentare la capacità di trasporto sono la multiplazione di segnali nel dominio del tempo, TDM, e nel dominio delle lunghezze d'onda, WDM. La multiplazione nel dominio del tempo rappresenta una scelta più indicata per un traffico caratterizzato da un flusso massiccio di informazioni da trasferire tra due punti di una rete, mentre quella nel dominio della frequenza si adatta meglio quando è richiesta una soluzione di traffico di tipo modulare.
Per quanto riguarda i sistemi TDM le maggiori limitazioni derivano dalla dispersione cromatica su fibre convenzionali (Raccomandazione G.652) o a dispersione non nulla (Raccomandazione G.655). La soluzione più consolidata per ridurre questa limitazione, valida sia per segnali *NRZ (Non Return to Zero)* sia *RZ (Return to Zero)*, consiste nel controllo della dispersione cromatica mediante l'utilizzo di fibre compensatrici o di reticoli in fibra a passo variabile. Le fibre compensatrici si basano su

| Capacità (Tbit/s) | Numero di canali | ΔF (GHz) | Bit rate (Gbit/s) | $L_{amp}$ ( km) | $N_{amp}$ | $L_{tot}$ (km) | Tipo di amplificatore | Laboratorio di prova |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,04 | 104 | 50 | 10 | 50 | Nx12* | 10.000 | C+L EDFA/RAMAN | FUJITSU |
| 1,60 | 40 | 100 | 40 | 100 | 4 | 400 | C-EDFA/RAMAN | LUCENT |
| 0,16 | 1 | - | 160 | 100 | 3 | 300 | C-EDFA | LUCENT |
| 1,00 | 100 | 25 | 10 | 80 | 4 | 320 | C-EDFA/RAMAN | NTT |
| 3,20 | 80 | 100 | 40 | 40 | 1 | 40 | C+L EDFA | SIEMENS |
| 0,16 | 8 | 200 | 20 | 40 | 4 | 160 | SOA | UNIPHASE |
| 1,00 | 100 | 50 | 10 | 47 | Nx6* | 6200 | C-EDFA | KDD |
| 1,50 | 150 | 50 | 10 | 100 | 4 | 400 | C+L EDFA | ALCATEL |
| 1,10 | 55 | 100 | 20 | 45,7 | Nx8* | 3020 | C+L EDFA/RAMAN | NEC |
| 0,80 | 80 | 28 | 10 | 44,2 | Nx12* | 3400 | C-EDFA | ALCATEL |

* = Anello
ΔF = Spaziatura tra canali
$L_{amp}$ = Distanza tra gli amplificatori
$N_{amp}$ = Numero di amplificatori
$L_{tot}$ = Distanza di trasmissione
C+L,C EDFA = Amplificatori ad erbio in banda C ed L o solo in banda C
SOA = Amplificatori a semiconduttore.

**Tabella 1** *Schema riassuntivo dei risultati riportati nella sessione di lavori postdeadline dell'ECOC '99 sui nuovi sistemi di trasmissione*

una tecnologia più matura rispetto ai reticoli ma presentano alcuni punti deboli, che ne limitano l'estensione a sistemi ad alta capacità, quali la non linearità e le perdite di inserzione.
Sono stati ottenuti risultati interessanti utilizzando codifiche particolari del segnale in grado di sagomare la banda ottica: ad esempio impiegando un codice duobinario, che riduce l'impatto della dispersione cromatica o che, nel caso di sistemi WDM, consente di restringere la spaziatura tra canali.
Al di sopra dei 40 Gbit/s anche la dispersione cromatica di terzo ordine e la dispersione di polarizzazione devono essere tenute sotto controllo. Ad esempio, poiché la durata del tempo di bit e l'occupazione spettrale di un segnale alla velocità di trasmissione di 1 Terabit/s sono rispettivamente 1 ps e circa 10 nm, la tolleranza temporale del sistema deve essere migliore di 0,1 ps e la dispersione di terzo ordine deve essere compensata almeno su questa regione spettrale.
Nella progettazione di reticoli ottici per la compensazione della dispersione, particolare attenzione è rivolta pure agli ordini superiori, anche se per il momento la banda di tali dispositivi non è ancora larga - come sarebbe richiesto per sistemi TDM ad alta velocità o per sistemi WDM - ed il costo non è trascurabile. In alternativa, si stanno diffondendo fibre con dispersione cromatica del secondo e terzo ordine opposta a quella delle fibre usate per la trasmissione, chiamata *RDF (Reverse Dispersion Fiber)*. Contrariamente a quanto avviene per la dispersione cromatica, la *PMD (Polarization Mode Dispersion)* mostra un comportamento statistico fortemente dipendente dalla frequenza e dal tempo, in quanto la mappa di birifrangenza di un collegamento non è, in genere, nota all'operatore ed è soggetta a variazioni casuali dovute alle condizioni ambientali. Questo comportamento rende complessa la realizzazione di compensatori di PMD. Nuove tecnologie di fabbricazione delle fibre consentono di mantenere la dispersione di polarizzazione e la dispersione di terzo ordine a valori molto bassi, ma queste prestazioni non sono ottenibili per i cavi già installati. Alcuni compensatori di PMD di primo ordine, basati su linee di ritardo e controllori di polarizzazione, sono disponibili; più delicata è invece la situazione per compensatori di PMD anche di ordini superiori. Particolarmente interessante sembra in proposito un nuovo dispositivo capace di compensare la PMD a tutti gli ordini: il principio di funzionamento del dispositivo si basa su un processo di conversione di fluttuazioni temporali in fluttuazioni in frequenza attraverso l'azione combinata di un modulatore di fase e la propagazione in un mezzo dispersivo. Questa tecnica - applicata al ricevitore - consente, in linea di principio, di riportare ciascun impulso al centro della propria finestra temporale.
I recenti progressi dell'elettronica hanno reso possibile la realizzazione di sistemi con multiplazione nel dominio del tempo, chiamati *ETDM (Electrical Time Division Multiplexing)* fino a 40 Gbit/s. Per superare il collo di bottiglia determinato dall'elettronica, l'idea della multiplazione ottica nel dominio del tempo (OTDM) sembra abbastanza attraente anche se il principale elemento di criticità risiede nella scarsa maturità della tecnologia del trasmettitore e nel ricevitore/demultiplatore. Sono a confronto oggi da un lato la tecnologia a semiconduttore (laser DFB in regime *gain switched* e modulatore ad elettroassorbimento) e dall'altro la tecnologia in fibra (laser ad erbio in regime di *mode locking* nel trasmettitore e demultiplatore mediante effetti non lineari in fibra); nessuna delle due tecnologie ha però raggiunto il livello commerciale.
Per quanto riguarda invece i sistemi a multiplazione di lunghezza d'onda, le limitazioni più serie provengono dalle non linearità della fibra - in particolare dal *FWM (Four Wave Mixing)* - soprattutto nelle fibre a dispersione spostata (Raccomandazione G.653) e dall'interazione non lineare tra gli impulsi nei sistemi con controllo della dispersione - fibre conformi alla raccomandazione G.652 - dove gli impulsi sono soggetti a forti allargamenti temporali. Si stanno di recente diffondendo nei laboratori, ma probabilmente presto anche nei cavi che saranno installati nel prossimo futuro, fibre speciali a dispersione cromatica non nulla con un'area efficace aumentata da 55 a 80 $\mu m^2$, per ridurre l'impatto delle non linearità, e con una curva di dispersione appiattita per limitare la distorsione del segnale dovuta alla dispersione di terzo ordine.
Per realizzare un sistema WDM con fibre G.653 è stato proposto di utilizzare amplificatori ottici con banda traslata (1570-1620 nm). Infatti, la dispersione residua delle fibre G.653 in questa regione sembrerebbe sufficiente a limitare il FWM. Una tecnica alternativa consiste nel limitare la sovrapposizione temporale degli impulsi, ritardando opportunamente i canali all'ingresso del collegamento. Un'ulteriore possibilità è rappresentata dall'amplificazione distribuita ottenuta sfruttando l'effetto Raman, che riduce l'accumulo di rumore e consente la propagazione di segnali a più bassi livelli di potenza, limitando l'impatto delle non linearità e consentendo anche operazioni a larga banda.

Una migliore utilizzazione delle fibre G.652 si ottiene combinando la multiplazione a divisione di lunghezza d'onda con la gestione della dispersione cromatica, detta *DM (Dispersion Management)*, attraverso un disegno studiato della mappa di dispersione del collegamento ed introducendo un opportuno *prechirp*. La capacità di un tale sistema non risulta limitata dall'alta dispersione cromatica della fibra G.652 - in quanto la dispersione cromatica media può essere anche annullata tramite DM - né dall'effetto del FWM che risulta poco efficiente, grazie all'alto valore locale della dispersione cromatica. Purtroppo il valore della dispersione cromatica peggiora l'effetto dovuto alle collisioni e all'interazione non lineare tra gli impulsi introducendo un *jitter* temporale che limita la distanza di propagazione. Risultati interessanti per limitare gli effetti negativi dell'interazione tra impulsi sono stati ottenuti utilizzando un forte filtraggio ottico combinato con una modulazione sincrona di intensità oppure trasmettendo segnali con polarizzazioni alternate.
Un aumento ulteriore della capacità dei sistemi WDM è senz'altro legato alla possibilità di allargare la banda di amplificazione ottica. I principali metodi per ottenere amplificatori a larghissima banda sono essenzialmente tre: espandere la banda convenzionale di guadagno dell'Erbio (banda C) agendo sulla lunghezza della fibra e la potenza di pompa per controllare l'inversione di popolazione; realizzare il parallelo di un amplificatore ad Erbio in (banda C) con uno in banda traslata oltre 1,58 μm (banda L); affiancare infine ad un amplificatore a Erbio convenzionale un amplificatore Raman.
Queste allettanti prospettive sulla disponibilità futura di banda e la prevedibile maggiore disponibilità di prodotti commerciali, sembrerebbero favorire al momento la scelta di sistemi WDM integrati con la tecnica TDM. Per raggiungere capacità aggregate dell'ordine del Terabit al secondo, la granularità di 40 Gbit/s sembra la più opportuna per limitare costo e complessità del sistema. Alcuni progetti Europei *ACTS (Advanced Communication Technology and Services)* - quali Esther, Upgrade, Midas, Open, Highway - sono stati indirizzati verso la risoluzione di problemi tecnologici e di propagazione di sistemi TDM operanti a 40 Gbit/s con la prospettiva di un aumento della capacità, integrando questi sistemi con soluzioni WDM.
Anche se vari sistemi punto-punto operanti alla velocità del Terabit/s sono stati dimostrati sperimentalmente su distanze dell'ordine di 1000 km senza necessità di rigenerazione ottica, questa funzione potrebbe risultare preziosa, particolarmente in reti ottiche ad alta velocità. Sebbene rigeneratori elettroottici operanti a 40 Gbit/s siano stati recentemente provati, sembrerebbe allettante anche la proposta di un rigeneratore completamente ottico, chiamato *3R (Re-amplification, Re-shaping, Re-timing)* basato o su una tecnologia a semiconduttore o in fibra.
In conclusione, nonostante la diversità delle soluzioni proposte, sembrano affermarsi alcuni elementi chiave con sempre maggiore determinazione. Per raggiungere velocità di trasmissione del Terabit al secondo, su medie o lunghe distanze, gli elementi chiave sembrerebbero essere: gestione della dispersione cromatica; fibre a larga area efficace per ridurre l'impatto della non linearità sulla trasmissione; fibre a dispersione appiattita per limitare la distorsione dovuta alla dispersione cromatica del terzo ordine; amplificatori ottici a larga banda ed a basso rumore; compensatori della dispersione di polarizzazione; disponibilità della rigenerazione ottica.

## 5. Componenti e fibre

### *5.1 Rigeneratori 3R*

Un componente, di grande interesse per le future evoluzioni delle reti ottiche, è di sicuro il rigeneratore completamente ottico 3R, che realizza in ottico le funzioni indispensabili di rigenerazione delle tradizionali reti elettriche.
Come anticipato in precedenza, sistemi dell'ordine del Terabit al secondo su più di 1000 km sono stati già dimostrati, impiegando tecniche non lineari di compensazione della dispersione, senza necessità di rigeneratori ottici, ma solo di amplificatori. Lo sviluppo di reti fotoniche con *routing* dinamico potrebbe tuttavia imporre l'impiego di rigeneratori elettroottici, per ovviare alle differenze di qualità trasmissiva tra canali WDM ad alta velocità, che dovranno dinamicamente essere instradati su distanze assai variabili nel tempo. Per questi canali la scelta classica non dovrebbe, tuttavia, risultare conveniente economicamente, e quindi in prospettiva risulterebbero assai attraenti rigeneratori che operino in regime totalmente ottico. Tali rigeneratori faciliterebbero inoltre la realizzazione di reti più flessibili, innovabili e modulari, contenendo comunque i costi di sistema.
Un rigeneratore ottico - che è bene osservare "vive" ancora nei laboratori - è costituito da un amplificatore ottico, un ricostruttore del sincronismo di bit che fornisca un orologio *(clock)* stabile e privo di jitter, un *gate* ottico non lineare che ricostruisca la forma corretta dei segnali,

come indicato in figura 1.
Gli elementi più innovativi di tale schema sono il gate non lineare e il ricostruttore di sincronismo, che è un elemento realmente critico e difficile da realizzare se se ne vuol garantire un funzionamento adeguato.
Il *gate* può essere realizzato o con dispositivi in fibra ottica, molto veloci, che tuttavia - impiegando fibre lunghe e presentando sensibilità alla polarizzazione - potrebbero non essere adatti a scenari WDM, ovvero con elementi a semiconduttore, sia attivi (amplificatori a semiconduttore) sia passivi (assorbitori saturabili), generalmente meno veloci degli altri, ma più compatti e integrabili. Riguardo al ricostruttore di sincronismo tutto ottico, confinando l'attenzione - tra le diverse soluzioni possibili - ai sistemi indipendenti dalla polarizzazione e molto veloci, quelli più promettenti usano l'iniezione ottica di *mode locked laser*, per generare temporizzazioni con modesto jitter e impulsi molto stretti, ovvero laser auto oscillanti.
L'ECOC ha permesso di percepire con chiarezza i progressi in corso in tali ambiti.
In particolare, è stata dimostrata la rigenerazione ottica 3R a 10 Gbit/s, impiegando un sistema equivalente a trecento rigeneratori ed a seicento amplificatori ottici, con 15mila km di fibre *dispersion shifted* e con il ricostruttore di sincronismo realizzato con laser DFB auto oscillante. Il singolo rigeneratore isolato comporta un peggioramento della sensibilità di ricezione di 0,6 dB rispetto alla connessione diretta tra trasmettitore e ricevitore; un jitter di qualche picosecondo in una gamma di aggancio da 1550 nm a 1558 nm; 200 MHz di aggancio frequenziale a 40 Gbit/s.
Come ulteriore esempio di realizzazione, è stato descritto un rigeneratore con laser *mode locked* come ricostruttore di sincronismo, che a 20 Gbit/s ha una sensibilità in ricezione prossima a quella relativa alla connessione diretta tra trasmettitore e ricevitore.
Realizzazioni come queste costituiscono indubbiamente la premessa ad impieghi pratici di rigeneratori tutti ottici nelle reti di telecomunicazioni.

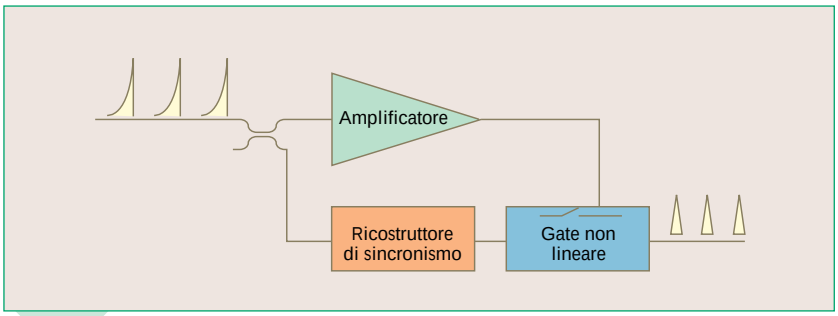



**Figura 1** *Schema di un rigeneratore ottico.*

### *5.2 Cristalli fotonici*

È una area tecnologica recentissima, attiva nel settore delle fibre ottiche da qualche anno, che impiega nuovi tipi di materiali artificiali, caratterizzati da strutture generalmente tridimensionali, fabbricate con materiali ottici, cristallini o amorfi, con celle unitarie di dimensioni paragonabili alle lunghezze d'onda. Se tali strutture hanno simmetrie appropriate, possono mostrare un band gap fotonico, analogo a quelli dei semiconduttori, con eccellenti proprietà riflettenti, poiché i fotoni, la cui energia è contenuta in tale band gap, non possono propagarsi. Questi materiali sono interessanti per costruire dispositivi ottici, poiché i fotoni possono essere guidati e confinati in piccole strutture, dell'ordine delle lunghezze d'onda. È così possibile produrre effetti che non sono realizzabili con i materiali convenzionali. Lo studio di questi cristalli è difficoltoso, e richiede un pesate impegno di calcolo, poiché gli elevati salti di indice di rifrazione di tali strutture, altamente periodiche, obbligano a impiegare modelli matematici vettoriali invece che scalari.
Il convegno ha consentito di apprezzare gli sviluppi di una promettente area di applicazione dei cristalli fotonici: *la tecnologia delle fibre ottiche*. Queste fibre, con struttura periodica nel piano trasversale, sono molto più "ingegnerizzabili" rispetto a quelle convenzionali, sono costruite in silice, e hanno una precisa configurazione di microtubi di aria che corrono per tutta la lunghezza delle fibre. Le nuove strutture presentano caratteristiche propagative non usuali: ad esempio una propagazione a singolo modo sull'intera regione spettrale da 400 a 2000 nm; un'area di modo ampia, e fondamentali effetti di band gap ottici, che ne consentono l'uso per molte applicazioni, anche perché i microtubi possono essere riempiti di gas, di liquidi o di altro per dare una moltitudine di effetti.
La ricerca, come il convegno ha ben evidenziato, è rivolta all'ottimizzazione di alcuni parametri della fibra, come la dispersione cromatica, l'area efficace, la dispersione di polarizzazione, vitali per i sistemi a velocità molto elevata. Al riguardo, mentre con le fibre normali ottimizzando un

parametro si rischia di peggiorarne altri, con le fibre a cristalli fotonici questo inconveniente dovrebbe essere evitato. I cristalli fotonici sembrano per ora più idonei per la fabbricazione di fibre speciali (fibre compensatrici o altamente non lineari) che non di fibre per propagazione, in quanto sinora non sono state raggiunte lunghezze superiori ai 100 m; le elevate dispersioni conseguibili consentirebbero di ottenere fibre compensatrici con lunghezze relativamente limitate.
Dispositivi a cristalli fotonici permetterebbero, inoltre, come è stato già ricordato, la realizzazione di microchip ottici, con miniaturizzazione molto più spinta di quanto oggi consentito dall'ottica integrata. È possibile costruire curve a 90° in guida d'onda senza perdite - con meccanismi simili all'effetto tunnel nei semiconduttori - filtri ideali, che prelevano un ristretto insieme di frequenze lasciando totalmente immutate le altre, incroci di guide d'onda con perdite trascurabili. Dovrebbe quindi essere possibile costruire intricati e arbitrari percorsi ottici con perdite irrilevanti e applicazioni interessanti.

*5.3 Sistemi TDM ottici*

Le reti ottiche iperveloci devono realizzarsi usando canali TDM ad altissima velocità in sistemi WDM. I canali TDM hanno raggiunto i 40 Gbit/s con multiplatori elettrici, velocità già molto elevata, sia per i limiti di propagazione - quali la dispersione cromatica e di polarizzazione delle fibre - sia, soprattutto, perché questa velocità non è agevolmente superabile con sistemi realizzati con componenti elettrici. Per superare questa limitazione, la multiplazione ottica, OTDM, è al momento molto promettente e si presta per raggiungere velocità estremamente più elevate. La struttura dei sistemi OTDM è sinteticamente mostrata in figura 2.

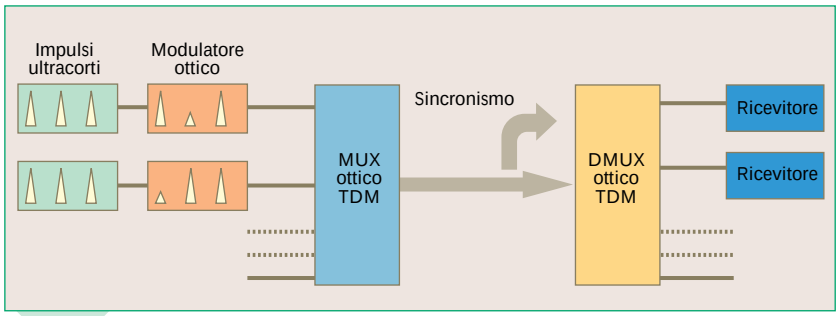



**Figura 2** *Struttura di un sistema OTDM.*

Sono in primo luogo generati impulsi ultracorti, che sono quindi modulati dai segnali di ciascun canale e successivamente sono multiplati otticamente. Simmetricamente in ricezione, dopo aver estratto il segnale di sincronismo, i segnali dei vari canali sono demultiplati e ricevuti singolarmente.
Il convegno ha consentito di comprendere quali siano le evoluzioni in atto nel settore: è stato descritto, ad esempio, un sistema OTDM a 120 Gbit/s, che multipla otticamente sei canali a 20 Gbit/s. Esso è basato su un generatore di impulsi di 3,5 ps, con cadenza di 20 GHz, generati da un laser in fibra ad anello mode locked, e distribuiti, spaziati temporalmente, ai vari canali. Su ciascuno dei canali si realizza poi una modulazione a 20 Gbit/s tramite un dispositivo a Niobato di Litio, il segnale è quindi amplificato da un amplificatore ottico a semiconduttore e infine è multiplato otticamente. Al ricevitore, il flusso a 120 Gbit/s è distribuito su sei linee, ed è estratto il sincronismo a 20 GHz, che pilota, con ritardi adeguati, i modulatori ad elettroassorbimento, che così estraggono i singoli canali.
Un ulteriore esempio di quanto è possibile realizzare con questa tecnica è offerto dal sistema a 640 Gbit/s, descritto nel convegno. In primo luogo si generano impulsi di 3 ps, con frequenza di 10 GHz, modulati da un dispositivo al Niobato di Litio. Gli impulsi sono quindi fortemente amplificati a circa 1 W e trasmessi su un tratto di fibra la cui dispersione è tale da realizzare la compressione solitonica degli impulsi sino a 200 fs. Gli impulsi sono quindi multiplati a 640 Gbit/s usando circuiti planari in guida d'onda. In ricezione, i canali sono demultiplati a 10 Gbit/s, con l'ausilio di un ricostruttore di sincronismo ottico a 10 GHz.

*5.4 Amplificatori ottici*

L'avvento di sistemi DWDM con capacità sempre maggiore, e con numero di lunghezze d'onda crescente, è possibile solo sviluppando amplificatori ottici con banda estremamente elevata. Gli attuali sistemi DWDM sono stati realizzati utilizzando la banda di guadagno degli amplificatori a erbio convenzionali (C-EDFA), che va dai 1530 ai 1570 nm. Per gli amplificatori ad erbio, pur espandendo la regione di guadagno oltre i 1580 nm (amplificatori in banda L), la banda potenziale massima è limitata a circa 90 nm. Si tratta di una porzione molto ridotta rispetto all'intero inter-

vallo di bassa attenuazione delle fibre che si può ormai considerare da 1200 fino a 1700 nm.
La figura 3 mostra, insieme alla curva di attenuazione spettrale delle fibre in silice, le bande nelle quali è possibile l'amplificazione ottica con amplificatori realizzati a partire da una fibra drogata con elementi delle terre rare. A queste potenziali nuove finestre di guadagno devono essere poi aggiunti gli intervalli nei quali è possibile amplificare utilizzando l'effetto Raman, in particolare intorno a 1,3; 1,4; 1,5; 1,6 nm (la regione di guadagno Raman dipende sostanzialmente dalla disponibilità di una pompa opportuna alla lunghezza d'onda richiesta).
Gli approcci possibili per ottenere amplificatori con larghissima banda di guadagno, come si è già accennato, sono tre:

- espandere la banda di guadagno operando su un *singolo EDFA* nel quale si utilizzi un sistema per l'inversione di popolazione del mezzo;
- realizzare il *parallelo* di un amplificatore in banda C con uno in banda L;
- *complementare* un EDFA in banda C con un amplificatore Raman che realizzi il guadagno nella regione dei 1580 nm.

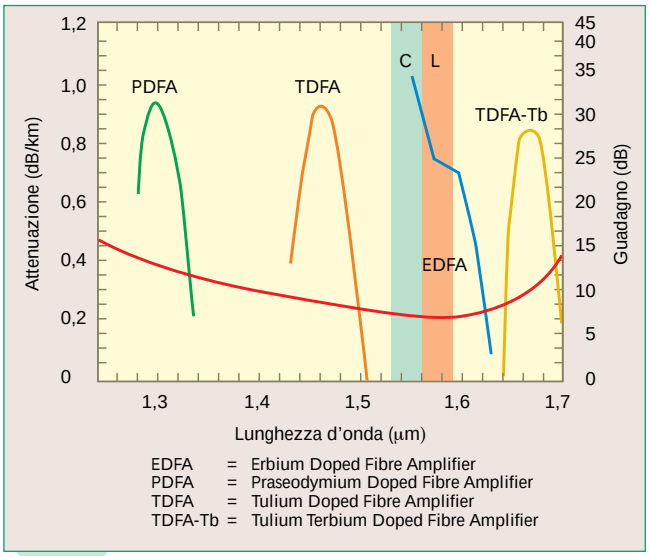



**Figura 3** *Bande di guadagno per amplificatori basati su fibra drogata con elementi delle terre rare.*

La prima soluzione è la più semplice e offre il vantaggio di una banda di guadagno senza discontinuità. È stata già dimostrata la possibilità di realizzare una banda di oltre 70 nm, anche se si ottiene una curva di guadagno non uniforme ed è necessario realizzare una equalizzazione.
Il parallelo di due EDFA operanti in bande diverse ha il vantaggio di richiedere solo una modesta azione di equalizzazione: ciascuno dei due può infatti essere ottimizzato separatamente. Il maggiore svantaggio riguarda la presenza di una banda inutilizzabile compresa tra le due in cui si ha guadagno, a cui si aggiunge la necessità di diversi componenti ottici quali circolatori, riflettori realizzati con reticoli Bragg in fibra e accoppiatori WDM.
Recentemente la banda inutilizzabile si è ridotta a meno di 10 nm grazie alle migliori caratteristiche degli accoppiatori WDM (operanti sulle due bande 1,55; 1,58 μm) o in virtù dell'utilizzo di una componentistica più sofisticata.
In questo ambito, nella conferenza è stato presentato un esempio di amplificatore a doppio stadio che, nell'intervallo 1560÷1607 nm, realizza un guadagno di 30 dB con ingresso a -10 dBm e di oltre 40 dB - non equalizzati - quando l'ingresso è di -40 dBm.
Lo stesso schema parallelo può essere realizzato utilizzando per la banda L un amplificatore nel quale la fibra attiva sia costruita a partire da vetro a base di tellurio, con il vantaggio di una maggiore banda di guadagno: una realizzazione, presentata alla conferenza, ha dimostrato la possibilità di una banda di guadagno di 50 nm (da 1561 a 1611 nm) con un guadagno piatto - equalizzato - di oltre 25 dB per un ingresso costituito da otto segnali WDM con potenza di -14 dBm per canale.
La combinazione di un EDFA con un amplificatore Raman consente infine di avere una banda di guadagno continua ed estesa verso le lunghezze d'onda maggiori. Per ora il limite è l'ingombro dell'amplificatore Raman, che potrebbe però diventare più compatto e costituire quindi una soluzione molto interessante.
Per la finestra centrata sui 1300 nm è stata confermata la scelta degli amplificatori con fibra drogata al praseodimio. La fibra ospite in questo caso non è in silice ma in vetro fluorurato (a base di zirconio o indio) allo scopo di aumentare l'efficienza quantica dei processi di amplificazione. Con fibre fluorurate basate su $InF_3$, il coefficiente di guadagno ha raggiunto valori di 0,36 dB/mW. Si può ipotizzare complessivamente un guadagno di circa 28 dB, a fronte di una cifra di rumore di 7,5 dB e con una banda di guadagno di 20 nm (tra 1290 e 1310 nm).
L'amplificatore con fibra (fluorurata) drogata al tulio è invece promettente per ottenere guadagno nella banda dei 1460 nm. Come avviene per gli amplificatori al praseodimio, anche in questo caso la pompa è di solito un laser Nd: YLF. I parametri che si ottengono sono già molto buoni con un guadagno di circa 22 dB, una cifra di rumore minore di 6 dB,

una banda di guadagno di 34 nm, dai 1451 ai 1485 nm.
In linea di principio l'amplificatore basato sull'effetto Raman dovrebbe essere il più semplice da realizzare, non richiedendo alcun drogaggio particolare della fibra – che può essere la stessa utilizzata per la trasmissione – né una particolare lunghezza d'onda di pompa. L'unico requisito davvero essenziale (l'esigenza di una potenza di pompa molto elevata) rende però questo amplificatore di difficile realizzazione.

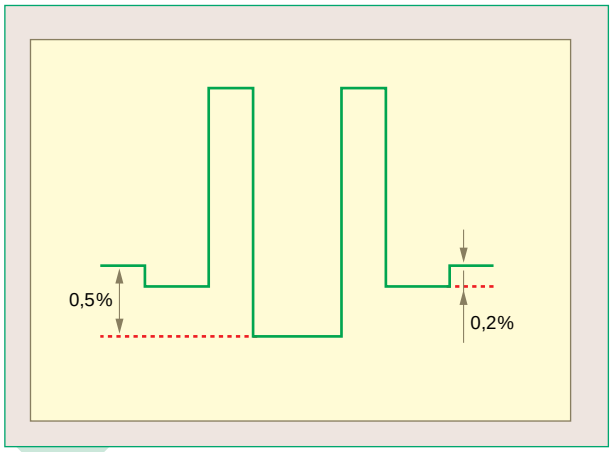



**Figura 4** *Profilo d'indice di una fibra con nucleo ad anello e mantello depresso.*

Lo scenario sta cambiando grazie proprio allo sviluppo di nuove sorgenti di pompa che potranno semplificare questo problema: laser allo stato solido pompati da semplici diodi laser, cascate di laser Raman pompate con laser in fibra drogata all'itterbio e, infine, laser a semiconduttore operanti nella regione 1030÷1520 nm. Purtroppo parametri fondamentali quali il coefficiente di guadagno e l'efficienza di conversione sono ancora così bassi da rendere difficile una vasta applicazione commerciale di questo tipo di amplificatore. Finché la fibra dovrà essere lunga almeno 1 km e la pompa dovrà avere una potenza di almeno 1 W, sarà infatti difficile che le dimensioni ultime del dispositivo risultino accettabili. Tuttavia l'interesse rimane molto alto, in quanto questa è l'unica via per amplificare in quelle finestre che non sono alla portata delle fibre drogate con elementi delle terre rare, quali per esempio l'intervallo 1490÷1520 nm e quello compreso tra 1620÷1650 nm.
L'applicazione più interessante di amplificazione Raman è quella realizzata in maniera distribuita sulla stessa fibra di trasmissione. Una proposta emersa nella conferenza è quella del doppio pompaggio realizzato dai due estremi del collegamento: una prima pompa - a 1366 nm, co-propagante col segnale - serve solo ad amplificare; la seconda a 1545 nm è invece contro-propagante. In questo modo il segnale "vede" una pompa di livello elevato, a 1545 nm, sia nel primo tratto del collegamento sia in quello finale. Si hanno così buone prestazioni di guadagno, ma soprattutto una cifra di rumore bassa e, quindi, una buona sensibilità del ricevitore. Va detto che per ottenere le prestazioni migliori è necessaria una potenza di 800 mW per la prima pompa.
Dalla combinazione dell'amplificazione Raman distribuita con quella ottenuta in maniera concentrata, e dall'impiego di lunghezze d'onda e tecnologie opportune per i laser di pompa, è stata pure dimostrata, in un altro lavoro presentato alla conferenza, la possibilità di realizzare una banda di guadagno di ben 132 nm.

*5.5 Fibre a grande area efficace*

La combinazione di dispersione cromatica ed effetti non lineari limita sia la massima velocità di cifra sia la massima distanza di trasmissione. Una soluzione possibile per evitare o ridurre la comparsa di effetti non lineari in fibra è quella di aumentare l'area efficace della fibra stessa, riducendo così la densità di potenza. Sono oggi disponibili commercialmente fibre con un'area efficace di oltre 70 $\mu m^2$, cioè del 30 per cento maggiore rispetto a quella di una tipica NZ-DSF.
L'utilità di queste fibre è stata dimostrata dai risultati sperimentali illustrati in diversi contributi presentati alla conferenza. Si può citare ad esempio la trasmissione di 40 canali WDM a 10 Gbit/s su sei tratte amplificate di 100 km, in cui il FWM è trascurabile e rimane solo una piccola penalità per *SPM (Self Phase Modulation)* e *XPM (Cross Phase Modulation)*. I risultati sono buoni anche quando, come ha dimostrato un altro dei lavori presentati, i canali sono spaziati solo di 50 GHz. In questo caso le prestazioni del sistema sono state migliorate ricorrendo alla diversità di polarizzazione tra i canali adiacenti.
Le prestazioni delle fibre a grande area possono essere ulteriormente migliorate, in termini di perdite per curvatura e di dispersione cromatica, alle lunghezze d'onda di interesse. Molto interessante al riguardo lo studio presentato su una fibra con profilo d'indice a centro depresso (nucleo ad anello) che consente di portare l'area efficace oltre i 100 $\mu m^2$. È stato studiato in particolare l'effetto di una riduzione dell'indice di rifrazione nella prima regione del mantello - illustrato in figura 4 - su parametri quali la pendenza della dispersione cromatica (dispersione al terzo ordine) e le perdite per ma-

cro o microcurvature. I risultati della sperimentazione dimostrano effettivamente una notevole riduzione degli effetti di FWM.

## 6. Conclusioni

Nello scenario di crescita tumultuosa che coinvolge la rete di telecomunicazioni a tutti i livelli, la conferenza ECOC '99 ha offerto una lunga serie di conferme, confortanti e - allo stesso tempo - sfidanti. Si riafferma, infatti, la possibilità di espandere la capacità della rete in tutte le direzioni. Cresce la velocità di cifra sul singolo canale, aumenta il numero di lunghezze d'onda multiplabili, si incrementa la distanza di trasmissione. E si tratta non di promesse, ma di sistemi già quasi sul mercato, che rendono ormai assai lieve il *gap* temporale tra la sperimentazione di un nuovo apparato e il suo inserimento in rete.
Si tratta, tuttavia, di acquisizioni che rilanciano la sfida per il futuro. La capacità della rete non cessa di crescere, ma si deve imparare a controllarla, a riconfigurarla, a renderla gestibile, percorrendo - ancora una volta - tutte le dimensioni disponibili.
Le novità presentate sono state assai numerose ma - più importante - si è percepita un'aria nuova rispetto al passato, fatta di maggiore concretezza. Quasi che il regime di concorrenza, che tocca ormai tutti i Paesi, avvicini maggiormente lo sforzo della ricerca allo sviluppo di nuovi sistemi e alla fornitura di nuovi servizi.
Si avverte con chiarezza, insomma, che dalla piccola Università al grande Centro di ricerca, dal produttore di componenti all'integratore di sistemi, tutti si sentono presi in una spirale che pone il mercato al centro di ogni decisione, arbitro e giudice implacabile per decidere il successo di nuove soluzioni o dichiararne il fallimento.
Di fronte al gradiente di crescita del traffico Internet, di fronte all'ascesa - che oggi appare non avere un limite superiore - della capacità di rete, viene quasi da chiedersi se - alla prossima edizione dell'ECOC, associata ai tre zeri del millennio che cambia - il prefisso Tera non sia già da sostituire con un Peta, che suona ancora un po' strano!

*Giancarlo De Marchis (Fondazione Ugo Bordoni), Mauro Giaconi (Scuola Superiore G. Reiss Romoli), Marina Settembre (Fondazione Ugo Bordoni), Gaetano Vespasiano (Scuola Superiore G. Reiss Romoli)*

### Abbreviazioni

| | |
|---|---|
| ACTS | Advanced Communication Technology and Services |
| ATM-PON | ATM-Passive Optical Network |
| DM | Dispersion Management |
| DWDM | Dense Wavelength Division Multiplexing |
| ECOC | European Conference on Optical Communications |
| EDFA | Erbium Doped Fibre Amplifier |
| ETDM | Electrical Time Division Multiplexing |
| FSAN | Full Service Access Network |
| FTTH | Fiber To The Home |
| FWM | Four Wave Mixing |
| ICT | Information and Communication Technology |
| IP | Internet Protocol |
| LMDS | Local Multipoint Distribution System |
| MMDS | Multichannel Multipoint Distribution System |
| MPLS | Multi Protocol Label Switching |
| NGI | Next Generation Internet |
| NRZ | Non Return to Zero |
| OADM | Optical Add and Drop Multiplexer |
| OAM | Operation Administration and Maintenance |
| OCDMA | Optical Code Division Multiple Access |
| OSA | Optical Society of America |
| OTDM | Optical Time Division Multiplexing |
| OTN | Optical Transport Network |
| OXC | Optical Cross Connect |
| PMD | Polarization Mode Dispersion |
| RDF | Reverse Dispersion Fiber |
| RZ | Return to Zero |
| SDH | Synchronous Digital Hierarchy |
| SFO | Société Française d'Optique |
| SPM | Self Phase Modulation |
| TDM | Time Division Multiplexing |
| TDMA | Time Division Multiple Access |
| VCSELs | Vertical Cavity Surface Emitting Lasers |
| WDM | Wavelength Division Multiplexing |
| XPM | Cross Phase Modulation |
| 3R | Re-amplification, Re-shaping, Re-timing |

# EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA TECNICA NELLE TELECOMUNICAZIONI

## LA STANDARDIZZAZIONE LEGATA AL WEB.

LE ATTIVITÀ DI STANDARDIZZAZIONE LEGATE AL MONDO WEB SONO MOLTEPLICI E COPRONO DIVERSI BLOCCHI FUNZIONALI CHE COSTITUISCONO IL WWW. SEMPLIFICANDO, SI PUÒ AFFERMARE CHE IL WEB, DAL PUNTO DI VISTA TECNICO, È CARATTERIZZATO DA TRE "MATTONI": IL PROTOCOLLO *HTTP (HYPERTEXT TRANSFER PROTOCOL);* IL METODO DI INDIRIZZAMENTO BASATO SUGLI *URL (UNIFORM RESOURCE LOCATORS)*; IL LINGUAGGIO *HTML (HYPERTEXT MARKUP LANGUAGE).*

È proprio sul linguaggio di rappresentazione dell'informazione e su temi strettamente correlati che è centrata gran parte dell'attività del *W3C (World Wide Web Consortium).*

Sebbene il processo di formazione del W3C sia stato innescato dall'intervento pubblico della Comunità europea e del governo americano, oggi esso conta membri che rappresentano un ampio ventaglio di tipi di aziende (oltre 330) che operano su mercati diversi. Limitatamente al mondo delle telecomunicazioni, tra gli altri sono membri del 3WC: MCI, BT, France Télécom, Belgacom, Duetsche Telekom, AT&T, NTT, NEC, NOKIA, Lucent, Alcatel, Nynex, Sema.

Il consorzio persegue le sue finalità per mezzo di un gruppo di persone (W3C Team) che lavorano a tempo pieno in attività di ricerca e di promozione, svolte all'interno delle organizzazioni che "ospitano" il consorzio, vale a dire il MIT (a Boston), l'INRIA (a Sophia Antipolis) e, dal 1997, la Keyo University, a Tokyo.

Le attività svolte sono riconducibili a cinque gruppi: il primo di essi è dedicato alle interfacce di utente *(User Interface Domain)* e si occupa della presentazione delle informazioni all'utente, e delle interazioni che l'utente del Web ha con il programma Client per poter fruire delle informazioni contenute nel Web. I temi che hanno risvolti sociologici e impatti sul costume o implicazioni legali sono considerati nel Gruppo Tecnologie e Società *(Technology and Society Domain).* Il Gruppo Architetture *(Architecture Domain)* si occupa dell'infrastruttura logica su cui il Web si basa (protocolli, interazioni con altre reti o servizi). Dell'accesso ad informazioni contenute nel Web da parte di persone che hanno impedimenti (di carattere fisico costituzionale o dovuti alle circostanze) tali da non consentire un'interazione "normale" con un PC collegato in Internet si occupa il quarto Gruppo *(Web Accessibility Initiative, WAI).* È stato costituito, infine, il Gruppo per l'*Open Source Software*, che si occupa di rendere disponibili e gestire nel pubblico dominio, gratuitamente, tutte le componenti software necessarie all'uso accademico e sperimentale del Web (ad esempio di verificare l'introduzione di nuove funzionalità).

♦♦♦♦♦

## TELEMANAGEMENT FORUM: UN APPROCCIO PRAGMATICO ALLA GESTIONE DI RETI E SERVIZI.

IL MERCATO DEI SISTEMI DI SUPPORTO ALLA GESTIONE - GLI *OSS (OPERATIONAL SUPPORT SYSTEMS)* - SI VA ORIENTANDO VERSO UN UTILIZZO INTENSIVO DI COMPONENTI SOFTWARE *COTS (COMMERCIAL OFF-THE-SHELF)*, PER LORO NATURA "NEUTRE" RISPETTO ALL'AMBITO DI APPLICAZIONE, COMPOSTE ED "ESTESE" AL FINE DI OTTENERE PRODOTTI SPECIFICI DEL SETTORE DELLE TELECOMUNICAZIONI. L'APPROCCIO NON SOLO PERMETTE DI RISPONDERE ALLA RICHIESTA DI TEMPI ABBREVIATI MA ANCHE DI SODDISFARE L'ESIGENZA DI RIDURRE COSTI E RISCHI, ABBANDONANDO LA TENDENZA SINO A POCHI ANNI FA PREVALENTE NEL SETTORE DELLE TELECOMUNICAZIONI DI SVILUPPI IN-HOUSE, PROPRIETARI E ALTAMENTE CUSTOMIZZATI.

Il *TMF (TeleManagement Forum)* è il nuovo nome del meglio conosciuto *NMF (Network Management Forum),* nato come consorzio "no-profit" nel 1988 con l'intento di definire e promuovere soluzioni di gestione di reti e servizi in termini di standard e relativi prodotti. I membri oggi sono 247, in

rappresentanza dei maggiori gestori e costruttori operanti nel campo ITC.
I membri del TMF condividono la correttezza di un approccio alla gestione che si basi sull'utilizzo degli standard: uno degli obiettivi primari perseguiti consiste nell'individuare le correlazioni fra i *business needs* e gli standard disponibili, siano essi a livello internazionale che regionale, "de jure" o "de facto".
Il TMF adotta un approccio che viene colloquialmente definito *do a little, write a little, then do a little more…*, ritenendo fondamentale offrire ai propri membri l'opportunità di realizzare soluzioni anche solo a livello di prototipo. Quest'approccio consente di dimostrare l'efficacia degli standard disponibili, comprenderne le eventuali limitazioni ed i problemi legati all'interpretazione, elaborare verso gli organismi pertinenti proposte avallate dall'esperienza realizzativa.
Le varie attività svolte finora contribuiscono ai risultati complessivi raggiunti, inquadrati in quattro aree principali che, nel loro insieme, forniscono gli elementi per progettare e realizzare OSS facilmente integrabili.
La *Telecom Operation Map* è la prima di tale aree e definisce una visione comune dei processi operativi necessari per fornitura, manutenzione e fatturazione dei servizi di telecomunicazioni. La *Technology Integration Map* rappresenta l'insieme di raccomandazioni sull'utilizzo dell'Information Technology al fine di raggiungere l'integrazione *plug-and-play* dei molteplici OSS coinvolti nei processi considerati. Gli "accordi" finora raggiunti in ambito TMF sono archiviati nella *Central Information Facility*, che, tramite funzionalità di ricerca e possibilità di accesso via Web, consente ai membri TMF di avere visibilità sui risultati raggiunti. L'ultima area è costituita dai *Catalyst projects* (progetti catalizzatori), intesi come un laboratorio in cui, tramite realizzazioni limitate o a carattere di demo, possa essere verificata l'effettiva esigenza di arrivare ad accordi formali (e quindi di avviare progetti appositi) e si ottengano indicazioni di massima sul rapporto tra costi e benefici per gli approcci proposti.

♦♦♦♦♦

L'ESIGENZA DI PROMUOVERE LO SVILUPPO DEL MERCATO DEGLI APPARATI E DEI SERVIZI PER LA CONVERGENZA TRA LA FONIA ED I DATI CON SOLUZIONI INTEROPERABILI, HA PORTATO AD ACCELERARNE LE ATTIVITÀ DI DEFINIZIONE E HA STIMOLATO, A FRONTE DI UN'APERTA COMPETIZIONE TRA I COSTRUTTORI, ANCHE FORME DI FATTIVA COLLABORAZIONE SOTTO L'EGIDA DEGLI ENTI DI NORMATIVA E DI SPECIFICA.

MODELLI E PROTOCOLLI PER LA CONVERGENZA TRA VOCE E DATI.

L'intera tematica è in fase di evoluzione ed è quindi soggetta a rapidi cambiamenti. Relativamente agli aspetti architetturali e di controllo di rete per la convergenza, si riscontra oggi una tendenza verso due tipi di approccio:

- soluzioni di interlavoro tra reti eterogenee;
- soluzioni di convergenza verso una rete multiservizio.

L'*interlavoro tra reti eterogenee*, viene perseguito da tutti i principali costruttori e promosso nei vari Enti di normativa. Soluzioni di questo tipo potranno trovare applicazione in tempi rapidi. L'elemento chiave dell'interlavoro è rappresentato da ingressi *(gateway)* specializzati per tecnologia o per applicazioni e installati tra reti separate. Va sottolineata la tendenza che prevede l'evoluzione dai gateway specializzati per traffico esclusivamente di tipo fonico (VoIP gateway) a quelli di tipo multimediale. Tra i fattori abilitanti è indicativa la collaborazione tra ITU-T e IETF per lo sviluppo congiunto del protocollo Megaco/H.248.
In un'ottica di più lungo termine si posiziona il secondo approccio: per esso MSF sta elaborando le idee fondamentali e spinge verso una definizione di un'architettura condivisa tra i maggiori costruttori e gestori delle reti di telecomunicazione. Quest'approccio vede sfumare la

demarcazione tra gateway e nodi di rete *core*. Si può affermare che si stia promuovendo una traslazione di *interlavoro tra reti* a *rete che interlavora*, grazie al fatto che la rete viene qui vista come un unico sistema instradatore "switch" multiservizio distribuito. Si persegue inoltre la compatibilità tra diverse tecnologie di commutazione sia da un punto di vista esterno, rendendo omogenee ed aperte le interfacce di controllo, sia da un punto di vista strutturale degli apparati, integrando meglio i caratteri comuni e complementari delle tre tecniche IP, ATM e Frame Relay in sistemi ibridi con accresciuta efficienza.
Un'architettura di rete multiservizio così concepita abilita un notevole livello di controllo dei servizi, permettendo l'integrazione con piattaforme avanzate della rete intelligente.
La disponibilità di soluzioni completamente in accordo con questo modello è ipotizzabile non prima di tre o quattro anni. È ragionevole però presumere che compaiano prodotti intermedi in un arco di tempo relativamente breve, con la disponibilità di soluzioni sempre meglio adatte per operare in un ambiente misto con circuito e pacchetto.

♦♦♦♦♦

## Standard della rete intelligente: realtà e prospettive.

Nell'ambito delle attività di standardizzazione correnti della rete intelligente (CS3, ormai quasi completato, e CS4) diviene sempre più chiara la necessità - anche talora lungo percorsi non sempre coerenti e lineari - di un ampliamento degli obiettivi oltre il filone "classico" di evoluzione del controllo relativo alla piattaforma di commutazione. Molto significative in tal senso sono le iniziative sul tema IN/IP e le relative sinergie tra il lavoro svolto in ITU/ETSI e quello dei Gruppi IETF PINT e TIPHON. Interessanti sono inoltre gli studi riguardanti le nuove possibilità di trasporto dell'INAP su TCP/IP o UDP/IP al posto del tradizionale canale comune di segnalazione n. 7, che aprono la strada a possibili applicazioni dei concetti IN anche alle reti IP per servizi fonici e di dati.
Mentre l'ITU includerà solo nel CS4 l'ausilio per la mobilità, quest'aspetto ha da sempre ricoperto notevole importanza in ambito ETSI (già il Core INAP CS2 prevede infatti il supporto del servizio CTM). Vanno sottolineate infatti iniziative come CAMEL volte a consentire la fornitura di servizi di rete intelligente a utenti GSM in roaming.
Grazie agli sviluppi promossi dal supporto della mobilità e dalla tematica IN/IP si intravedono alcuni elementi che potrebbero guidare l'evoluzione del controllo per servizi di rete a valore aggiunto, riguardanti:

- una minore enfasi sul controllo con baricentro su un autocommutatore (la prestazione del canale comune di segnalazione SS7 diventa una "commodity");
- l'emergere di tecniche legate al trasferimento non solo dei dati ma anche della logica di servizio, tipico delle reti mobili, e di modelli di chiamata "dinamici";
- un'importanza via via crescente nello scambio di dati tra reti eterogenee (o tra rete e sistemi per clienti evoluti) basato su funzionalità gateway e sulla distribuzione del controllo tra server distinti;
- una maggiore indipendenza degli standard IN dalle tecniche di trasporto, con progressivo spostamento dal SS7 al TCP/IP.

*Giorgio Fioretto - CSELT*

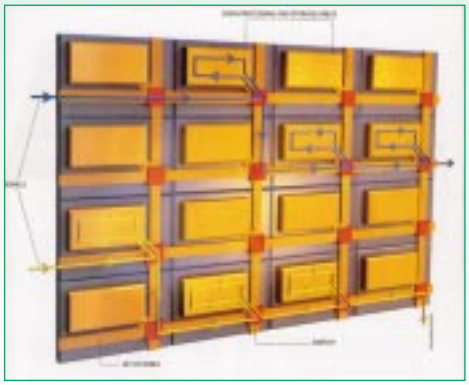
## IL FUTURO DELL'INFORMATICA E DELLE TLC SECONDO IL MIT

In uno degli ultimi numeri di "Scientific American" è comparso un ciclo di quattro articoli che illustra il progetto Oxygen del laboratorio di Computer Science del *MIT (Massachusetts Institute of Technology)*. Gli stessi articoli sono poi apparsi sul numero di ottobre della rivista "Le Scienze"[1].
L'obiettivo del progetto è molto vasto e si è addirittura formato un gruppo che studia le conseguenze sociali dovute al miglioramento di produttività generale a cui secondo il MIT lo sviluppo di Oxygen contribuirà non poco.
A noi interessa, forse, maggiormente quale sarà il contributo di Oxygen a questo miglioramento chiamato *doing more by doing less*.
L'obiettivo centrale e gli sviluppi in corso per ottenerlo mirano a portare a contatto dell'uomo la rete di computer che in pratica già oggi esiste, ma che richiede per ogni computer un essere umano più o meno competente. Quest'obiettivo richiede un mutamento radicale nei terminali usati dall'uomo, che oggi sono numerosi e assai diversi fra loro, e che, nel nostro linguaggio sulle telecomunicazioni, costituiscono la parte terminale della rete che va sotto il nome di rete di accesso.
Gli sviluppi del MIT mirano ad avere due soli terminali, uno (chiamato *Handy 21)* portatile e l'altro *(Enviro 21)* fissato alla parete di casa o all'interno dell'abitacolo dell'auto. Il secondo terminale svolge le stesse funzioni del primo ma con maggiori capacità e velocità. La capacità di questi due terminali sembrano fantascientifiche, ma, leggendo gli ultimi due articoli, si ha una chiara percezione del grande sviluppo tecnologico già ottenuto e la visione MIT non sembra del tutto utopistica. Quali allora le capacità di Handy 21? Il terminale è un telefono cellulare, un ricevitore televisivo o radiofonico per segnali irradiati in AM o in FM, un computer, un interlocutore di Internet; esso svolgerà, in pratica, tutte le funzioni che è possibile oggi effettuare collegandosi alla rete, in modo forse più semplice e immediato, perché sarà possibile comunicare direttamente mediante comandi a voce con la macchina (ad esempio dicendo "chiama il tal-dei-tali" oppure "cerca la pagina novità del sito x"). Ma svolgerà, secondo MIT, altre funzioni, come quelle legate alla telemedicina e ancora, essendo dotato di sensori all'infrarosso, consentirà di identificare porte, scale, elettrodomestici o altre apparecchiature domestiche, sulle quali sia stato applicato, con un adesivo, un piccolo sensore al quale si possono inviare comandi.

(1) *"Scientific American" (August 1999, Volume 281; number 2):* The Future of Computing, *(Michael L. Dertouzos), p. 36;* Talking with Your Computer, *(Victor Zue), p. 40;* Communications Chameleons, *(John V. Guttag), p. 42;* Raw Computation, *(Anant Agarwal), p. 49.*
*Gli stessi articoli sono apparsi in italiano su "Le Scienze" (ottobre 1999, numero 374):* Il futuro dell'elaborazione, *p. 58;* Conversare con il computer, *p. 62;* I camaleonti della comunicazione, *p. 64;* Un software che cambia il chip, *p. 68.*

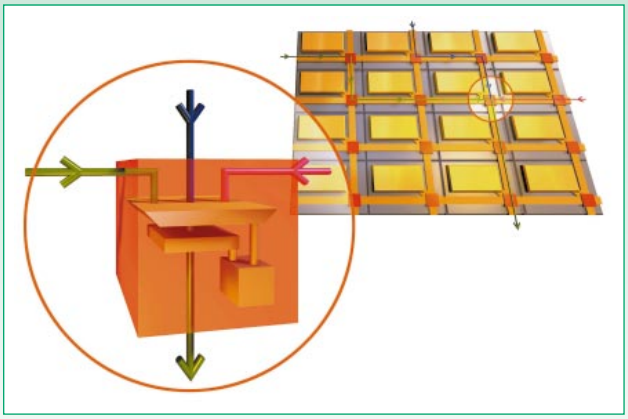
### Microprocessore Raw

Un microprocessore Raw è una schiera rettangolare di molti elementi identici. (Qui sotto è mostrata solo una piccola porzione dell'intero microprocessore). Ciascun elemento contiene locazioni di memoria che immagazzinano i dati e unità funzionali in cui i dati stessi vengono elaborati. Le aree per l'elaborazione e lo stoccaggio sono rappresentate dai quadrati dorati all'interno degli elementi. I segnali fluiscono attraverso un insieme di fili che connettono ciascun elemento a quelli vicini. I commutatori disposti nei punti di congiunzione dei fili dirigono i segnali verso le aree di elaborazione o verso gli elementi vicini. Il percorso dei segnali è determinato da un compilatore software che programma i commutatori in modo che si adattino a qualsiasi applicazione debba essere gestita dal microprocessore. Il chip può eseguire più di un'applicazione alla volta: ad esempio, può dirigere un flusso di dati video (in blu) lungo il cammino ottimale per un'applicazione video e allo stesso tempo guidare un segnale audio (in giallo) lungo il percorso più idoneo per un'applicazione audio.



Fonte: *Le Scienze*, ottobre 1999, numero 374 (pagina 69).

Multiplexing



L'operazione di multiplexing migliora le prestazioni del Raw chip indirizzando diversi segnali lungo un singolo segmento di filo. Il compilatore software programma il chip in modo che i segnali convergano ad un commutatore nella schiera di elementi (a destra). Il commutatore contiene un multiplexer e un processore che esegue il sequenziamento, a loro volta programmati dal compilatore (a sinistra). Secondo le esigenze dell'applicazione che si sta eseguendo sul chip, il multiplexer seleziona uno dei segnali in ingresso (in verde) e lo trasmette lungo un segmento di filo che porta ad un elemento adiacente del chip. Durante il successivo ciclo di clock, il multiplexer trasmette un altro segnale (il segmento di filo può trasportare solo un segnale durante ciascun ciclo di clock). Il registro del commutatore immagazzina i dati finchè possono essere trasmessi. Il multiplexing aumenta la capacità di trasporto dati delle connessioni del chip e così riduce i ritardi nel trasferimento dei dati stessi attraverso il processore.

Fonte: *Le Scienze*, ottobre 1999, numero 374 (pagina 70).

Enviro 21, più potente, può diventare il comando delle macchine o di quant'altro è attivo in una casa, in un ufficio, in un reparto di un ospedale, e permetterà di comunicare con questi terminali da qualunque posto il cliente intenda farlo.
Sembra dunque un sogno quasi impossibile: che in un portatile si possono concentrare tanti servizi, anche limitandosi solo a quelli di telecomunicazione, desta una certa diffidenza!
L'ultimo articolo chiarisce però che un solo microcircuito può diventare, di volta in volta, ricevitore radio in FM o in AM, ricevitore televisivo, telefono cellulare, permettendo, come si è detto, di dare anche ordini a voce.
Questo microcircuito è chiamato *Raw chip,* letteralmente "Chip crudo": esso infatti senza adeguati ordini non sa cosa fare. E chi darà gli ordini? Naturalmente un software immagazzinato nel terminale.
Il Raw-chip è costituito infatti da una scacchiera di microchip, ciascuno di questi con una memoria ed un elaboratore. Ad ogni incrocio delle caselle della scacchiera, è collocato un commutatore a più vie che è predisposto dagli ordini del software secondo la modalità A, o secondo B ... in cui A o B ... configurano il Raw-chip così da funzionare nei diversi modi che sono stati prima elencati. Il Raw chip può anche ricevere flussi differenti ed elaborarli separatamente ma nello stesso tempo, così come avveniva per la telefonia in un autocommutatore con selettore a matrice (ad esempio, con il vecchio cross-bar).
A chi non ha molta dimestichezza con il software queste possibilità sembrano fantastiche; a chi ne ha appena un po' di più e sa che a volte il software e non l'hardware sono un punto critico di un sistema la proposta potrebbe destare una qualche preoccupazione.
Ma con tutta probabilità le cose andranno per il verso giusto. Si pensi che gli esperti del MIT dicono che la compattezza di questa struttura può arrivare a ritmi di orologio (il clock del sistema) dell'ordine di diversi GHz, ben più alti quindi dei circa 500 MHz che raggiungono i processori di oggi.
L'articolo dedicato a questo Raw-chip entra in molti particolari e chi si intende di queste cose farebbe bene a non lasciarsi sfuggire l'occasione di leggerlo.
Anche l'altro *Communications Chameleons* è ricco di informazioni che interessano gli addetti alle telecomunicazioni. È sufficiente il sottotitolo - la cui traduzione suona: "i sistemi di telecomunicazioni multiuso saranno le vie delle reti radio fra computers" - a destare qualche riflessione. La più importante è che il laboratorio della "Computer Science" del MIT si è da tempo e con profondità occupato di quello che noi telefonici chiamiamo la rete di accesso, e si è invece poco occupato della rete di trasporto. Chi vivrà vedrà, ma è probabile che abbiano avuto ragione ad "aggredire" questa parte della rete, che tutto sommato è la fonte di tutte le iniziative veramente innovative per il presente e per il futuro sviluppo delle telecomunicazioni.

*Luigi Bonavoglia*

*I seguenti sommari sono ripresi dai "Rapporti Tecnici CSELT" di aprile 1999.*

A. Napolitano, F. Panaioli

## Evoluzione della piattaforma GSM

Nell'intento di soddisfare la crescente domanda dell'utenza, negli ultimi tempi nella piattaforma GSM sono stati introdotti sostanziali miglioramenti, sia nell'area dei servizi dati e supplementari sia in quella del supporto di servizi specifici dell'operatore. Da un lato l'introduzione dei nuovi servizi comporta in alcuni casi modifiche considerevoli all'architettura di rete e di conseguenza massicci investimenti da parte dell'operatore. Dall'altro l'approccio a fasi adottato nella specifica del GSM per l'introduzione di tutta la sua gamma di servizi e caratteristiche può essere già visto come un esempio di evoluzione del servizio verso l'UMTS. L'articolo esamina i principali miglioramenti standardizzati per la piattaforma GSM, valutandone l'incidenza sulla infrastruttura attuale e considerando i possibili percorsi evolutivi verso la fornitura dei servizi UMTS.

F. Piolini, A. Rolando

## Algoritmo per l'assegnazione intelligente dei canali per sistemi SDMA

Per far fronte al sensibile incremento del numero di utenti, dati i limiti dello spettro di frequenze disponibili, risulta utile nei sistemi cellulari mobili l'uso della tecnica dell'accesso multiplo a divisione di spazio, *SDMA (Space Division Multiple Access)*. Per sfruttarne però le potenzialità, devono essere riviste le funzioni di gestione delle risorse radio e, in particolare, gli algoritmi per l'assegnazione dei canali. In questo lavoro è presentato e analizzato in scenari tipici e in diverse condizioni di traffico un algoritmo appositamente studiato. I risultati ottenuti, valutati in termini di numero medio di handover all'interno della cella per chiamata, sono considerevolmente migliori rispetto ad altri algoritmi che non tengono in considerazione la distribuzione spaziale degli utenti e le relative caratteristiche di mobilità.

A. Gaele, A. Rolando

## Impatto delle ipotesi di modellizzazione negli strumenti software di simulazione di tipo "event-driven" per la valutazione delle prestazioni di sistemi cellulari

L'articolo affronta le problematiche relative al confronto dei risultati ottenuti, con differenti strumenti software, per valutare la capacità e le prestazioni di un sistema cellulare per comunicazioni mobili. In particolare nel lavoro viene presentata un'analisi dell'incidenza sui risultati finali delle ipotesi di modellizzazione e di lavoro indipendenti da aspetti di controllo del collegamento radio. I temi principali concernono la modellizzazione della mobilità, dell'attenuazione di tratta e dello "shadowing", come pure i criteri di acquisizione dei risultati relativi alle misure e le loro interazioni con differenti modalità di funzionamento della rete radiomobile.
Il "case study" presentato in questo lavoro riguarda un sistema TDMA (tipo il GSM). Lo studio è condotto confrontando i risultati ottenuti per uno stesso scenario di riferimento con due strumenti software di simulazione di tipo "event-driven", sviluppati all'interno dello CSELT e dallo CNET. Gli argomenti analizzati sono comuni ad ogni attività di simulazione di sistema; le conclusioni possono essere quindi agevolmente estese a un contesto più generale. Da questi risultati è possibile dedurre opportune linee guida per la costruzione di strumenti di simulazione e il confronto delle uscite ad essi relative.

E. Gaiani, M.C. Ronchini

## Miglioramento delle prestazioni di sistemi GSM mediante tecniche di Frequency Hopping e/o di trasmissione discontinua

Il Frequency Hopping (FH) e la trasmissione discontinua (DTX) sono tecniche che consentono di migliorare le prestazioni di un sistema di comunicazione mobile: la prima utilizza la diversità di frequenza e la diversità di interferenza, la seconda sfrutta l'incremento di efficienza spettrale dovuto alla riduzione dell'interferenza nei periodi di silenzio.
Il lavoro illustra come la tecnica di Frequency Hopping, combinata o no con la trasmissione discontinua possa migliorare le prestazioni di un sistema GSM in uno scenario effettivo. I risultati presentati nella memoria sono stati ottenuti per mezzo di uno strumento di simulazione sviluppato in CSELT, denominato GSM-FH, che permette di valutare le prestazioni di un sistema GSM.

Chi desidera ricevere copia di questi articoli può rivolgersi direttamente a:
Laura CANTAMESSA
CSELT, Via Guglielmo Reiss Romoli, 274
10148 Torino
Tel: 011 - 2285366
Fax: 011 - 2285762
e-mail: laura.cantamessa@cselt.it

M. Annoni, S. Bizzarri, F. Faggi

## La valutazione delle prestazioni di sistemi a costellazioni di satelliti. L'architettura e i principi del simulatore CONSIM™

L'introduzione dei sistemi a costellazioni di satelliti, con l'accresciuta complessità dei satelliti, la topologia orbitale variabile nel tempo, le conseguenti implicazioni di rete richiedono che siano adottati modelli e sistemi di simulazione specializzati per effettuare una valutazione opportuna delle prestazioni. Il lavoro presenta le caratteristiche principali di *CON-SIM™ (CONstellation SIMulator)*, un valido banco di prova ideato e concepito negli ultimi due anni per verificare l'applicabilità di alcune delle moderne metodologie di modellazione e simulazione di sistemi complessi (multi-dominio, co-simulazione, riuso di modelli, object orientation, …) ai sistemi a costellazioni di satelliti. Questo strumento software è stato pensato sia per ottenere modelli relativi ad aspetti sull'Operation & Maintenance sia a quelli di dinamica orbitale e di traffico. Dopo una presentazione dell'architettura software, nell'articolo sono descritte le soluzioni originali sviluppate e messe in rete. Nel capitolo conclusivo si propongono le aree che richiederebbero un ulteriore approfondimento.

G. Argyropoulos, B. Danielsson, I.R. de Gauna, U. Johansson, G. Papadopoulos, G. Salomonsen, M. Spini

## Progettazione di collegamenti in ponte radio terrestri SDH che soddisfino determinati requisiti di qualità e di disponibilità

I collegamenti in ponte radio, utilizzati oggi nelle reti di telecomunicazioni, sono basati sulla gerarchia digitale sincrona (SDH). La *ITU (International Telecommunication Union)* ha pubblicato le raccomandazioni relative ai requisiti di prestazioni di errore e disponibilità per le reti SDH. Gli obiettivi sono indipendenti dal mezzo trasmissivo e il collegamento in ponte radio deve soddisfare i requisiti ogni volta che fa parte della rete SDH. La verifica dei collegamenti in ponte radio SDH e dei metodi di predizione ha richiesto di effettuare una sperimentazione a lungo termine. Sono indicate le linee guida per l'utilizzo sicuro dei collegamenti in ponte radio nella rete SDH indipendentemente dai possibili problemi di propagazione.
Alle ricerche hanno partecipato laboratori di cinque Paesi europei: Grecia, Italia, Norvegia, Spagna e Svezia. Questo approccio "europeo" ha consentito di disporre di dati sperimentali e di proposte provenienti da ambienti diversi. La principale conclusione è che i collegamenti in ponte radio possono essere utilizzati in qualsiasi porzione della rete SDH e che i nuovi metodi di predizione sono accurati.

I.R. de Gauna, M. Spini

## Metodi di predizione delle prestazioni di errore e della disponibilità di collegamenti in ponte radio terrestri SDH

In molte applicazioni pratiche di reti a gerarchia numerica sincrona *SDH (Synchronous Digital Hierarchy)* i collegamenti in ponte radio offrono soluzioni affidabili e di interesse. Se correttamente progettati essi offrono collegamenti di alta qualità che soddisfano le norme internazionali in materia di prestazioni di errore e di disponibilità. Tuttavia, per il momento, non sono disponibili metodi per la predizione della qualità adottati a livello internazionale. Questo documento presenta metodi per la predizione dei parametri delle prestazioni di errore definiti dall'*International Telecommunication Union (ITU)*. Il lavoro è stato svolto dal Task 2 del progetto *EURESCOM P513: Enhancement of SDH network*. I metodi sono stati sviluppati a partire da una correlazione teorica tra i parametri di qualità SDH ed il tasso di errore (BER) precedentemente utilizzati. La trattazione assume che la distribuzione degli errori sia casuale sia per gli errori singoli sia per quelli a burst. Poiché i metodi applicabili a tutti i casi pratici sono stati già definiti per la predizione della indisponibilità basata sul BER nel caso dei collegamenti a gerarchia numerica plesiosincrona *PDH (Plesiosynchronous Digital Hierarchy)*, i nuovi metodi descritti in questo lavoro sono applicabili anche alla progettazione di tutti i collegamenti in ponte radio SDH.

### Accesso alla biblioteca CSELT

La biblioteca CSELT (biblioteca@cselt.it) ha stipulato un contratto con Elsevier per l'accesso via Web alle riviste in abbonamento a CSELT e Telecom Italia. L'accesso è regolato da password, ma l'accordo prevede per quest'anno ed in via sperimentale, la concessione di password anche a persone del Gruppo Telecom.
Gli interessati potranno chiedere le modalità d'iscrizione a Marco Melloni (marco.melloni@cselt.it)
È anche possibile consultare la biblioteca CSELT all'indirizzo http://casper.cselt.it:8080/external/Accesso.html e chiedere documenti o articoli usando la E-mail.

*[N.d.R.]*